astronomie HEUTE

astronomie HEUTE

Raumfahrt ... Kosmos ... ScienceFiction

60463 4 196046 306506 09

www.astronomie-heute.de
9/2007
Euro 6,50
sFr 12,50

SKY & TELESCOPE
DEUTSCHE AUSGABE

Killer-Asteroid

2036: Löscht Apophis die Menschheit aus?

MARS SPEZIAL

Die Geheimnisse des Roten Planeten

NEU: SCIENCEFICTION

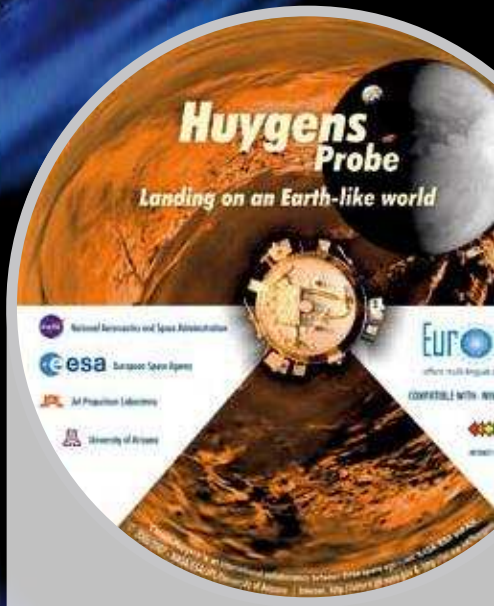
- **Gespräch mit Herbert W. Franke**
- **TV-Serie: Raumpilot Ijon Tichy**

WELTRAUMTOURISMUS

Ihr Reiseplan für einen Flug zu den Sternen

ALLEIN IM ALL

Was die Psyche der Astronauten strapaziert



EXKLUSIV-CD

Europas Landung auf dem Saturnmond Titan

esa

Oliver Dreissigacker
Redaktionsleiter

Der Weltraum – heute, morgen, übermorgen!

Liebe Leserinnen und Leser,

nun liegt sie also vor Ihnen – die erste Ausgabe der neuen **astronomie heute**! Seit einem halben Jahr haben wir darauf hingearbeitet. In unzähligen Meetings haben wir die Köpfe zusammengesteckt und uns überlegt, wie wir Ihr Heft noch schöner, moderner und spannender machen können. Auch Sie haben durch Ihre rege Teilnahme an den Leserumfragen geholfen. Vielen Dank dafür!

Herausgekommen ist ein Magazin, das thematisch deutlich breiter und optisch ansprechender ist. Alle Kollegen aus den anderen Redaktionen zeigten sich äußerst angetan von den Änderungen: den imposanten Bildern, die wir nun noch großformatiger präsentieren, dem neuen Schriftbild und den vielen Kasten- und Seitenrandelementen, die wichtige Informationen kurz und prägnant zusammenfassen. Neben Forschern und Ingenieuren, die Raumfahrtmissionen verwirklichen oder Instrumente entwerfen, kommen verstärkt auch jene zu Wort, deren Visionen erst in Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten Realität werden: Sciencefictionautoren und -filmemacher wie Herbert W. Franke (S. 58) und Alan Chan (S. 44).

Diese beschäftigen sich oft mit der bemannten Raumfahrt, mit Missionen zu Mond, Mars oder darüber hinaus. Über die genaue Definition des Begriffs Raumfahrt lässt sich streiten: Zählen Flüge von Vehikeln wie dem SpaceShipOne an die Grenze zum Weltraum schon dazu oder nicht? Und was ist mit unbemannten Forschungsmissionen zu anderen Himmelskörpern wie etwa die Landung der Sonde Huygens auf dem Saturnmond Titan (S. 30 mit exklusiver CD-ROM)? Zu dieser Diskussion finden Sie einen Leserbrief und einen Artikel von zwei »Insidern«: Michael Khan (S. 9) und Eugen Reichl (S. 20). Urteilen Sie selbst und diskutieren Sie mit unter astronomie-heute.de/leserbriefe.

Herzlichst Ihr

Raumfahrt +
Kosmos +
Sciencefiction =
astronomie HEUTE

VIRGIN GALACTIC

2010 Urlaub im Weltraum

Private Reiseveranstalter bieten bald Flüge ins All an. Ein Blick in die Zukunft

20

30

36

12 ASTRO NEWS
> Vorläufer einer Supernova ausgemacht
> Die Zeit vor dem Urknall
> Neue Generation von Raumanzügen
> Erstes Licht für das größte Teleskop der Welt u. v. a.

20 WELTRAUMTOURISMUS <
Kleiner Ausflug in den Kosmos gefällig? Lesen Sie, wie solch ein Trip aussehen könnte

30 BESUCH EINER FREMDEN WELT <
Abenteuerlich: Vor fast drei Jahren landete die europäische Sonde Huygens auf dem Saturnmond Titan. Mit CD auf S. 35!

Psyche und Raumfahrt Teil 1
36 ALLEIN IM ALL <
Lange Weltraummissionen sind nicht nur körperlich anstrengend – auch Einsamkeit und Depressionen sind ein Problem

58 DER VISIONÄR <
»Star Wars ist keine Sciencefiction«, sagt **Herbert W. Franke** (80), einer der bedeutendsten deutschen SF-Autoren

64 BEDROHUNG AUS DEM ALL <
Der gefährlichste Asteroid des Sonnensystems – zerstört er in 29 Jahren die Erde?

72 WUNDER DES WELTALLS
Sommerbilder – bestaunen Sie die schönsten Astrofotos unserer Leser

76 ULTIMATIVES BINO
Was taugt der Feldstecher Canon 10 × 42 L IS WP? Der Test

82 IJON TICHY – RAUMPILOT <
Die kultige ZDF-Fernsehserie nach Stanislaw Lem, jetzt auf DVD erschienen

SCHWERPUNKT MARS <

44 BRIEFE AUS DEM KOSMOS
Ein neuer Film zeigt die Zukunft der Menschheit auf Mond und Mars

49 FOTOS VON MARS EXPRESS
Die europäische Sonde macht spektakuläre Entdeckungen »In der Grenzzone«

54 AUF ZUM MARS
Gestartet! Nasa-Landeeinheit Phoenix soll nach Wasser und Leben suchen

TITEL: KILLER-ASTEROID

64

Alle Jahre wieder rast Apophis dicht an der Erde vorbei. Wird er sie 2036 treffen?

35 CD im Heft <

Erkundung einer fremden Welt – Die Landung von Huygens auf Titan

Blick in den Himmel

84 STERNBILD DELFIN
Warum der griechische Gott Apollo den Meeressäuger an den Himmel hob

86 STERNTAFEL
Der mitternächtliche Septemberhimmel im Überblick

88 PLANETARES IM FRÜHHERBST
Sonne, Mond, Planeten und Deep-Sky-Objekte im Lauf des Monats

90 KÖNIG DER SEPTEMBERABENDE
Jupiter und seine Monde ziehen alle Blicke auf sich

94 FELDSTECHERTIPP
M 39, Vorhut der herbstlichen Sternhaufen

3 Editorial
9 Leser fragen – Experten antworten
10 Leserbriefe
80 Mediathek
95 TV & Events
96 Umfrage mit Gewinnspiel
96 Kleinanzeigen
97 Astromarkt
98 Vorschau / Impressum

TITELBILD: Asteroid auf Kollisionskurs

(ILLUSTRATION: AG. FOCUS / SPL, JULIAN BAUM)

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit < gekennzeichnet

WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper

NEU: KOSTENLOSE DOWNLOADS
Laden Sie die so gekennzeichneten Motive **auf den Seiten 36, 44, 49, 56 und 58** als Bildschirmhintergrund für Ihren PC herunter!

2008 WIRD VIEL PASSIEREN!

Sie sind ab jetzt im Handel erhältlich – die astronomischen Jahrbücher aus dem Verlag Spektrum der Wissenschaft:

»DER HIMMEL 2008« führt den Einsteiger schnell und sicher zum Ziel. Ganz im Stil von **astronomie heute** bietet er leicht verständliche Karten und Aufsuchhilfen für alle wichtigen Ereignisse, die mit bloßem Auge, Feldstecher oder kleinem Fernrohr beobachtbar sind. ISBN 978-3-596-17529-1, € 12,95. astronomie-heute.de/artikel/884324

»Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2008« richtet sich an den fortgeschrittenen Amateurbeobachter. Das umfangreiche Karten- und Datenmaterial, abgerundet mit vielen Fotos der Leser von Sterne und Weltraum, lässt keine Wünsche offen. ISBN 978-3-938639-64-1, € 9,80. suw-online.de/artikel/876137

Beide Titel sind auch erhältlich im Lesershop, Tel.:06221 9126-743

TAGEBUCH DER MARS-MISSIONEN

Bleiben Sie am Ball: Die Kollegen von **spektrumdirekt** – der Wissenschaftszeitung im Internet – informieren Sie tagesaktuell mit ausführlichen Berichten über die Forschungsergebnisse der Sonden und Rover um und auf dem Roten Planeten: spektrumdirekt.de/mars

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

DIE SCHATTEN GALAKTISCHER WELTEN

Rätselhafte Sternströme um die Milchstraße könnten Überbleibsel von Minigalaxien sein. Um sie zu finden, ist astronomischer Spürsinn gefragt. In: Spektrum der Wissenschaft 9/2007
www.spektrum.de

STERNE UND WELTRAUM 9/2007

Unter anderem in dieser Ausgabe: Das Standardmodell der Kosmologie, Teil 2; Carl Friedrich von Weizsäcker, der Astronom; Ferngläser für die Astropraxis, Teil 1: Tipps für Auswahl und Handhabung
www.suw-online.de

KOSMOpod
STERNE UND WELTRAUM
ASTRONOMIE HEUTE

ASTRONOMIE ZUM HÖREN

Neuigkeiten aus den Redaktionen von Sterne und Weltraum und **astronomie heute** finden Sie als MP3-Datei unter
www.kosmopod.de

Wie funktioniert die Rotverschiebung genau? Wird dabei die Intensitätskurve des Sternlichts einfach nur um einen bestimmten Betrag in Richtung »Rot« verschoben oder verändert die Kurve auch ihre Form?
Erich Schweiger, per E-Mail

Das Universum breitet sich aus, da sich der Raum zwischen den Objekten infolge des Urknalls ausdehnt. Diese Expansionsbewegung ist von jedem Beobachtungsort aus gesehen in jeder Richtung gleich. Die Expansionsgeschwindigkeit hängt nur von der Entfernung des Beobachters zum Objekt ab. Für kleine Abstände nimmt sie nach der Hubble-Beziehung proportional zur Entfernung zu. Für große Distanzen wird der Zusammenhang komplizierter (AH 7-8/2007, S. 9).

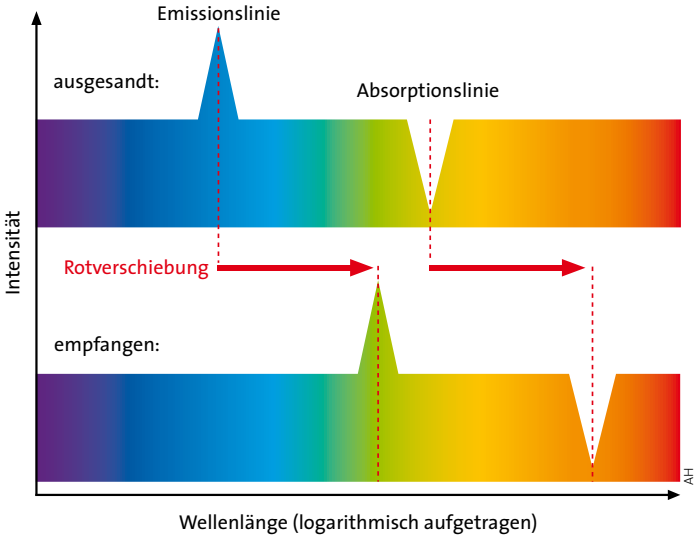
Die kosmische Expansion verursacht eine Wellenlängenvergrößerung der Strahlung, die von entfernten Objekten stammt, da die Ausdehnung des Raums die Ankunft von Wellenbergen und -tälern beim Beobachter verzögert. Da Licht mit einer größeren Wellenlänge jedoch näher am roten Ende des sichtbaren Spektrums liegt und daher »röter« erscheint, spricht man von einer »Rotverschiebung«. Sie wird mit z abgekürzt. Der Faktor z + 1 gibt die Zunahme der Wellenlänge an. z = 1 bedeutet also eine Verdopplung der Wellenlänge.

Die Form der Spektren von entfernten Objekten ändert sich dagegen nicht, weil die Rotverschiebung für alle Wellenlängen gleich ist (siehe Grafik). Allerdings wird der Energiefluss, der aus einzelnen Gebieten des Weltalls kommt, um z + 1 geringer, da die kosmische Expansion zu einer Streckung dieser Bereiche führt. Die Gesamtenergie der Strahlung aus einem bestimmten Gebiet bleibt aber erhalten.

Die relativ leicht messbare Rotverschiebung wird wegen der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit sowohl als Entfernungs- als auch als Zeitmaß benutzt. Mit zunehmender Rotverschiebung steigt die »Rückblickzeit« immer langsamer an, sodass bereits bei den bisher höchsten gefundenen z-Werten von sechs bis sieben mehr als 93 Prozent des Weltalters erreicht werden.

Bei z-Werten, die größer als 1,5 sind, ist die Rotverschiebung so groß, dass optische Teleskope ausschließlich Strahlung empfangen, die ursprünglich ultraviolett war. Bei sehr kleinen Entfernungen kann die Eigenbewegung von Galaxien die kosmische Expansion derart überlagern, dass sich z nicht mehr als Entfernungsmaß eignet. Wie im Fall der Andromeda-Galaxie kann es dann sogar zu einer »Blauverschiebung« kommen. <<

*Unser Experte **STEFAN NOLL** erforscht die Entwicklung von Galaxien am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching bei München.*



Linien verschiedener Wellenlängen werden um denselben Betrag (Pfeil) zu größeren, »röteren« Wellenlängen hin verschoben.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.

AME2007
22. September 2007
Kommen Sie zur Astro-Messe **AME2007** am 22. September 2007
über 60 Aussteller
78054 VS-Schwenningen Messegelände
Hotline: 0049 (0) 741 270 62 10
E-Mail: info@astro-messe.de
www.astro-messe.de

ROCKETPLANE GLOBAL

Flüge mit »Space Jets« wie dem Rocketplane Global an die Grenze des Alls: Ist das Raumfahrt oder nur eine Touristenattraktion?

BITTE MEHR REALISMUS UND FAIRNESS

»Private Raumfahrt in Europa: Fehlanzeige«, AH 6/2007, S. 16

Eugen Reichl hat sicher in vielem nicht ganz Unrecht, muss sich aber auch ein paar Fragen und sogar Kritik gefallen lassen. Zunächst einmal ist seine Definition des Begriffs Raumfahrt merkwürdig. Als solche lässt er scheinbar nur gelten, was bemannt ist. Für mich dagegen gilt als Raumfahrt, was den Erdorbit – zumindest annähernd – erreicht.

Der Verfasser sieht das offenbar anders. Denn die hoch gelobten Projekte wie SpaceShipOne und dergleichen tun genau das nicht. Sie gehen 98 Prozent des Problems gar nicht erst an, sondern beschränken sich darauf, eine kleine geflügelte Kapsel hundert Kilometer hoch hinaufzuschicken, wo sie mangels Energie stehenbleibt und sofort wieder zurückfällt.

Die von Reichl angeführten »fortschrittlichen neuen Technologien«, die da angeblich erschlossen wurden, sind keine – es ist ja gerade der Vorteil, dass man 98 Prozent des Problems einfach umgeht und die verbleibenden zwei dann mit wenig anspruchsvoller, dafür aber preiswerter Technologie in den Griff bekommt.

Die wirklichen Herausforderungen der Raumfahrt, also die unvermeidliche große Rakete zum Aufstieg und der Hitzeschild zum Wiedereintritt sowie alle Systeme, die für den sicheren Raumflug in der Zeit zwischendrin gebraucht werden, – all dies sucht man in den viel gepriesenen kommerziellen »Raumfahrzeugen« vergebens. Man kann noch nicht einmal sagen, hier würde der erste Schritt zur Raumfahrt für jedermann gemacht. Es handelt sich um eine entwicklungstechnische Sackgasse und ist nüchtern betrachtet nichts weiter als eine – sicherlich technisch anspruchsvolle – Kirmesattraktion.

Private Raumfahrt in Europa gibt es entgegen der Ansicht des Verfassers durchaus, nur ist sie eben nicht bemannt. Auf den immerhin vier Seiten »Standpunkt« hätte zumindest auch eine etwas kritischere und differenziertere Betrachtung des Phänomens Platz gehabt. Schließlich ist die Kritik an vielerlei Adressen, seien es (eine etwas diffus bleibende) »Bürokratie«, Umweltschützer, staatliche Agenturen oder die europäische Industrie, zu allgemein geraten, wobei Eugen Reichl anscheinend das in jeder Hinsicht bessere System in den USA vermutet.

Irrig ist mit höchster Wahrscheinlichkeit auch die Annahme, in zehn oder zwanzig Jahren würde auf Kosten des Steuerzahlers der »Vorsprung« der US-Amerikanischen »Pioniere« in diesem Bereich aufgeholt. Denn wenn von vornherein auf wesentliche Voraussetzungen verzichtet wird, kann aus den vertikalen Kurzstreckenflugzeugen nicht plötzlich Raumfahrt werden, sodass an dieser Stelle kein besonderer europäischer Nachholbedarf besteht. Sollte es dagegen tatsächlich um »echte« bemannte Raumfahrt, auch kommerzieller Natur, gehen, so haben wir in Europa bereits eine erhebliche technische Kompetenz, die zwar nicht gewürdigt wurde, jedoch vorhanden ist und uns von großem Nutzen sein wird.

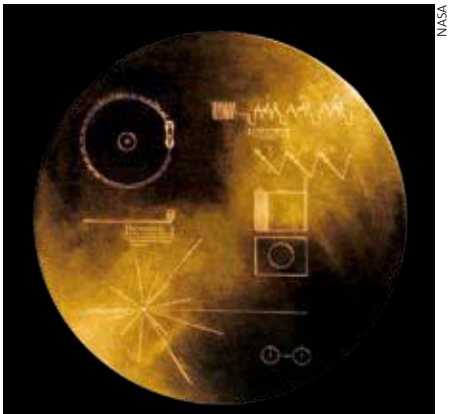
Reichl unterschätzt ferner die Gefahren, die den privaten US-Projekten aus anderer Richtung drohen, wie die amerikanische Neigung zur Hysterie, die er dagegen besonders bei Deutschen ausgemacht haben will: Ich erwarte dagegen vielmehr, dass nach dem ersten tödlichen Unfall in den USA die überzogenen Schadenersatzforderungen der Hinterbliebenen allem ebenso effizient den Garaus machen, wie es staatliche Regulierungswut könnte.

Unfair und unzutreffend ist der erweckte Eindruck, Luftfahrtpioniere seien in den USA zu suchen und hätten in den Europa keine Chance: Das erste Düsenverkehrsflugzeug (De Havilland Comet), das erste Kurzstrecken-Düsenverkehrsflugzeug (Sud Aviation Caravelle), das erste Turboprop-Verkehrsflugzeug (Vickers Viscount) und das erste brauchbare Überschall-Verkehrsflugzeug (Concorde), das erste senkrechtstartende Kampfjet (Harrier), das Luftkissenfahrzeug und viele andere Meilensteine des Flugs sind europäische Leistungen – also bringen wir hier auf dem alten Kontinent doch noch etwas zu Wege.

Es ist schon so, dass hier zu wenig Pioniergeist und zu viel Regulierungswut herrscht. Es gibt aber auch, allemal in Deutschland, ein Übermaß an Negativismus und die Tendenz, eigene Leistungen kleinzureden und eher auf Misserfolge zu verweisen. Leider ist auch Eugen Reichls Artikel von dieser spezifisch deutschen Unart nicht ganz frei.

MICHAEL KHAN *arbeitet für die Esa in Darmstadt.*

Die viel gepriesenen »Raumfahrzeuge« sind nüchtern betrachtet nichts weiter als eine Kirmesattraktion


NASA

Auf den Voyager-Schallplatten sind Lieder, Geräusche und Bilder verewigt.

SCHALLPLATTE AN BORD VON VOYAGER

»30 Jahre und kein Ende«
AH 6/2007, S. 20

Den Artikel habe ich mit großem Interesse gelesen. Mich würde nun interessieren, ob es von der von den Voyager-Sonden mitgeführten Schallplatte Kopien gibt und wo diese dann käuflich zu erwerben sind.

Georg Bauer, Farchant

ANTWORT DER REDAKTION:
Die Bilddaten der Voyager-Sonden waren in Carl Sagans Buch »Murmurs of Earth« von 1978 (deutsch: »Signale der Erde«) abgedruckt. Einer Neuauflage des englischsprachigen Buchs von 1992 lag auch eine CD-ROM bei, die wohl zumindest einige der Tondateien enthielt. Mehr Informationen dazu finden Sie unter voyager.jpl.nasa.gov/faq.html.

Leider sind die Bücher nicht mehr im Handel erhältlich. Eventuell finden Sie im Antiquariat noch Exemplare. Einen Einstieg könnte ZVAB für das deutsche Buch bieten oder bookfinder.com für eine der englischsprachigen Ausgaben.

DUNKLE ENERGIE GLEICH VAKUUMENERGIE?

»Woher kam alles?«, AH 4/2007, S. 16

Der Autor schreibt, die Vakuumenergie macht drei Viertel der kosmischen Gesamtenergie aus und erzeugt die beschleunigte Expansion, die wir beobachten.

Von Alan Guth aber weiß ich, dass die Energiedichte des Vakuums um 120 Größenordnungen zu groß ist, um im Einklang mit den Beobachtungen zu sein. Das nennt er »Problem der Kosmischen Konstante«, die die Energiedichte des Vakuums darstellt. Habe ich da etwas falsch verstanden?

Klaus Teutenberg, Lindlar

ANTWORT VON MATTHIAS BARTELMANN, ZENTRUM FÜR ASTRONOMIE DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG:
Nein, das haben Sie nicht falsch verstanden, Ihre Verwirrung spiegelt das Problem gut wider. Wir wissen nicht, wieso sich das Universum beschleunigt ausdehnt. Die Schwerkraft normaler Materie sollte seine Ausdehnung abbremsen. Hier hilft die Allgemeine Relativitätstheorie, die feststellt, dass auch Druck als Quelle der Gravitation wirkt.

Beschleunigte Ausdehnung verlangt einen »negativen Druck«, wie ihn die Vakuumenergie aufweist. Also kommt sie prinzipiell in Frage, um das Phänomen zu erklären. Wenn man nun einfache Abschätzungen anstellt, welche Dichte die Vakuumenergie haben sollte, kommt man tatsächlich auf einen Wert, der 120 Größenordnungen über dem liegt, was anhand der Beschleunigung der kosmischen Expansion gemessen wird.

Das bedeutet aber nicht, dass die Grundidee falsch ist, dass die Vakuumenergie der Hauptverdächtige für die Beschleunigung ist. Es bedeutet aber, dass wir nicht verstehen, warum ihre Energiedichte nicht ganz erheblich größer ist.

EXOPLANET ÜBERWIEGEND AUS WASSER?

»Auf der Suche nach den Exoplaneten«
AH 7-8/2007, S. 16

Inzwischen gibt es eine weitere hochinteressante Entdeckung. Ich habe davon im Internet gelesen: »Ein Astronomenteam berichtet über einen exotischen Exoplaneten von der Größe des Uranus, der überwiegend aus Wasser besteht.«

Kai Herrgen, per E-Mail

ANTWORT DER REDAKTION:
Bei einem Telefonanruf mit den Forschern in Genf zeigten sich diese über den Zeitpunkt und den Wortlaut der Pressemeldung etwas unglücklich, da es sich hierbei um vorläufige und nicht »ordnungsgemäß« veröffentlichte Ergebnisse handele.

Dennoch ist es sicherlich interessant, GJ 436b weiter zu untersuchen, um herauszufinden, ob die Möglichkeit besteht, dass Eis hier tatsächlich in ungewöhnlicher Form kristallisiert ist.

GRENZDICHTE FÜR SCHWARZES LOCH?

»Urknall oder nicht Urknall?«
AH 3/2006, S. 20

Könnte es sein, dass das Material, das in ein Schwarzes Loch gesaugt wird, unter dem unglaublichen Druck, der durch die Masse des Schwarzen Lochs entsteht, so lange zusammengedrückt wird, bis es zu einer Grenzdichte kommt und sich dann wegen der Hitzeentwicklung unter dem Druck ein Urknall entzündet, der das gesamte Schwarze Loch praktisch sprengt?

David Sautter, München

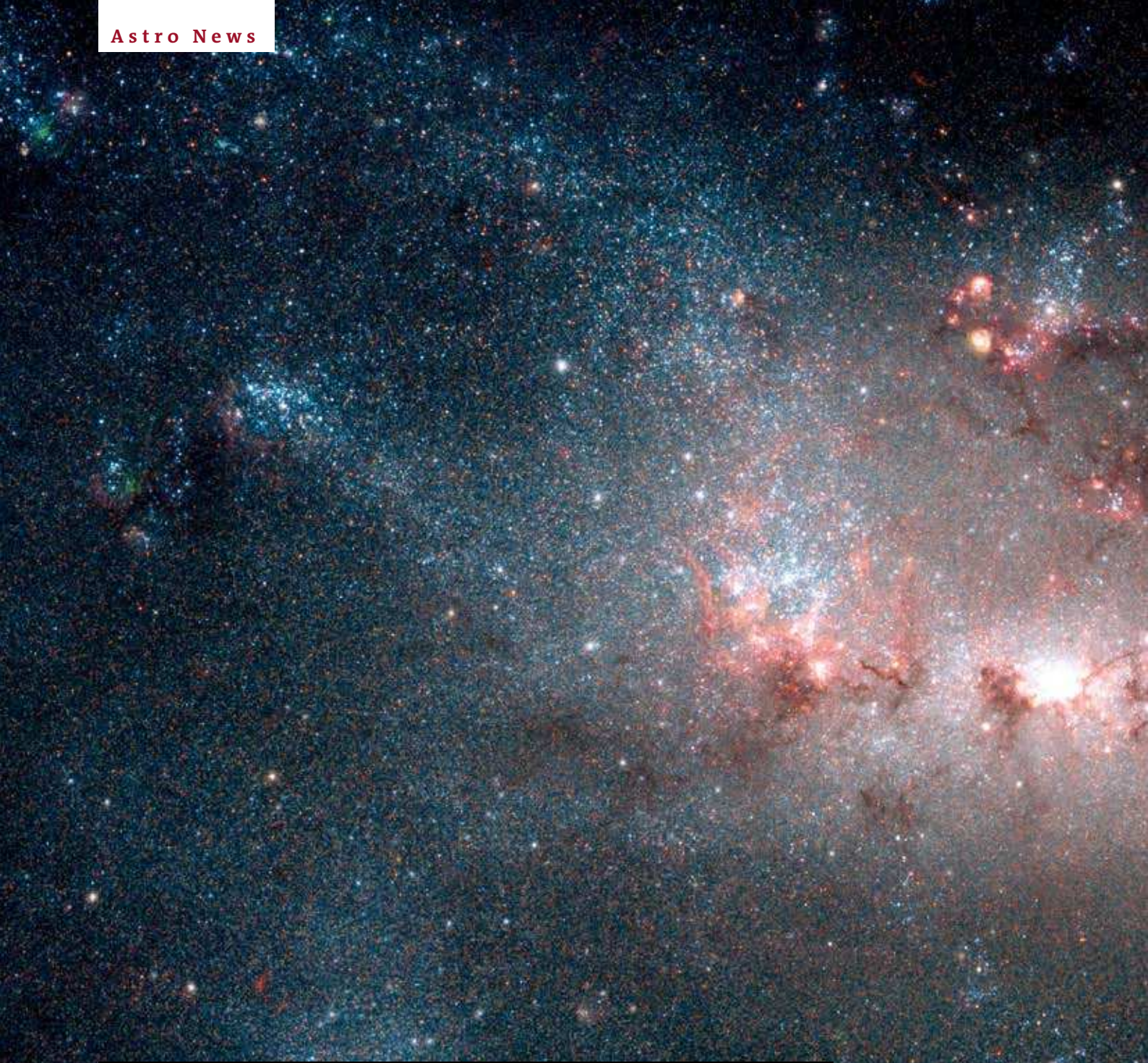
ANTWORT DER REDAKTION:
Es gibt keine Veranlassung dafür, eine Grenzdichte innerhalb eines Schwarzen Lochs anzunehmen, ab der es instabil wird. Gäbe es eine solche, dann wäre sie von vornherein überschritten, denn die Dichte im Innern eines Schwarzen Lochs ist unendlich hoch.

Das Loch selbst ist ein Punkt – Physiker sagen: eine Singularität –, und die räumliche Ausdehnung eines Punkts ist gleich null. Deshalb: Egal wie viel Masse ich in dem Punkt konzentriere, die Dichte wird immer unendlich hoch. Eine Art Explosion, wie Sie sie beschreiben, ist daher nicht möglich.

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage!

Sie können Ihre Leserbriefe im Internet unter astronomie-heute.de in ein Formular direkt unter dem betreffenden Artikel eintragen. Diesen erreichen Sie über die Menüeinträge »Aktuelle Ausgabe« (Inhaltsverzeichnis), »Archiv« (Heftverzeichnis) oder durch Anklicken des Covers der Ausgabe.

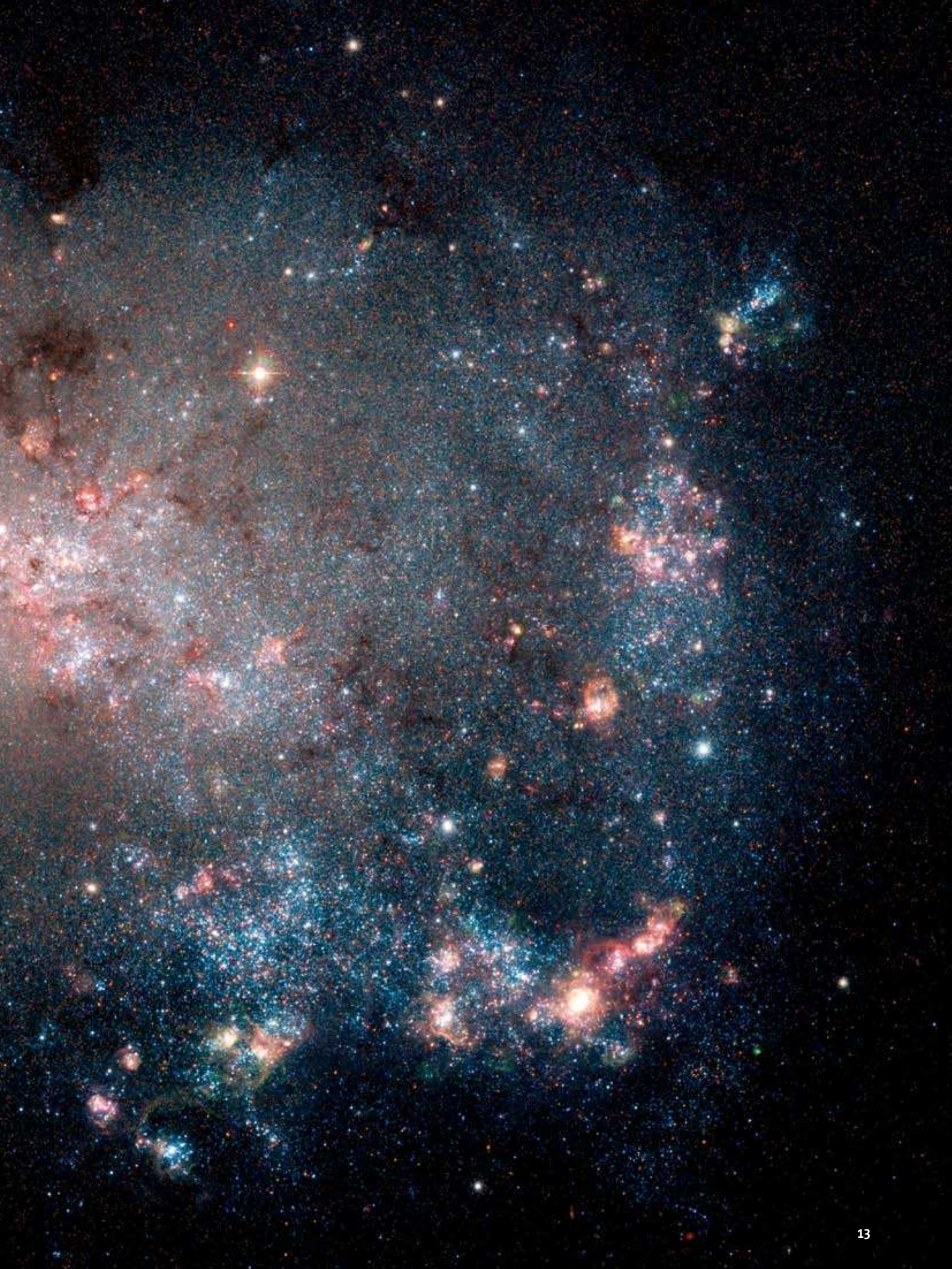
Falls Sie Anregungen haben, können Sie diese unter astronomie-heute.de/leserbriefe eingeben. Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.



NASA / ESA, ALESSANDRA ALOISI AND THE HUBBLE COLLABORATION

STERNENTSTEHUNG Extragalaktisches Feuerwerk

Heiße und massereiche Sonnen sind über das gesamte Sternsystem NGC 4449 verstreut, durchsetzt von staubigen roten Gebieten, in den sich neue Gestirne bilden. Diese Aufnahme der fast 12,5 Millionen Lichtjahre entfernten Zwerggalaxie gelang mit dem Weltraumteleskop Hubble. Nur einige Dunkelwolken aus Gas und Staub versperren die Sicht auf das stellare Feuerwerk. Die Sterne in NGC 4449 scheinen sich nicht in der Zentralregion zu bilden, wie es in den meisten anderen Galaxien zu beobachten ist. Als Ursache für die ungewöhnlich hohe Sternentstehungsrate in der untersuchten Zwerggalaxie vermuten Wissenschaftler das Verschmelzen mit einer kleineren Galaxie. Auch der gravitative Einfluss eines oder mehrerer Nachbarn könnte der Auslöser gewesen sein. <<



STERNEXPLOSIONEN Vorläufer einer Supernova ausgemacht

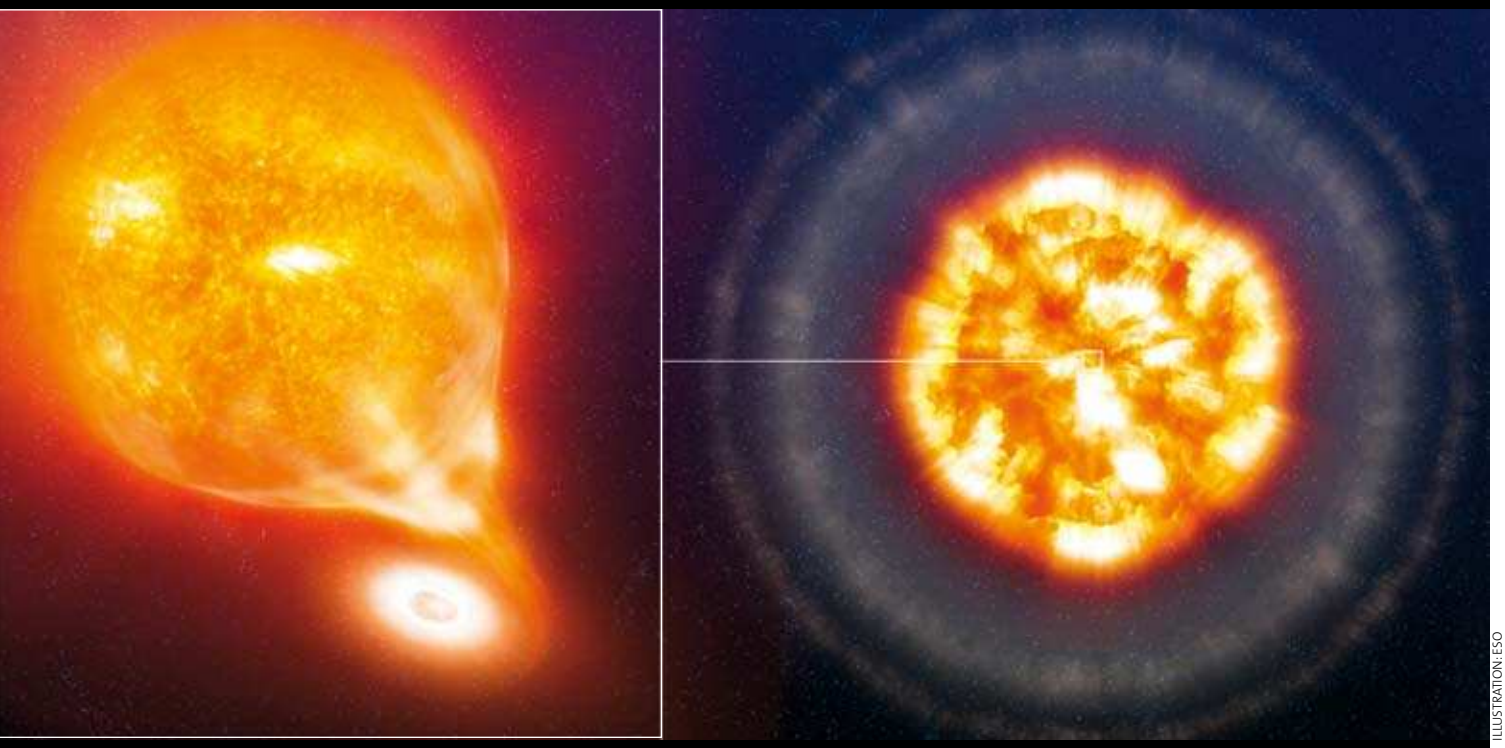


ILLUSTRATION: ESO

Beobachtungen einer Supernova vom Typ Ia belegen, dass sich diese Explosionen tatsächlich in engen Doppelsternsystemen ereignen. Ein Weißer Zwerg zieht Materie von einem benachbarten Roten Riesen ab (linkes Bild), bis er beim Überschreiten einer bestimmten Massegrenze explodiert.

Die Wissenschaftler um Ferdinando Patat von der Europäischen Südsternwarte Eso beobachteten die Supernova SN 2006X mit dem Very Large Telescope in Chile und einem der Keck-Teleskope auf Hawaii. Innerhalb von vier Monaten untersuchten sie fünfmal die Strahlung, die das während der Explosion ausgestoßene Gas (rechtes Bild) emittierte.

Darin entdeckten die Forscher erstmals Spuren von gasförmiger Materie, die schon vor dem Ausbruch vorhanden gewesen sein musste.

Aus deren Expansionsgeschwindigkeit, Dichte und Ausdehnung folgern die Wissenschaftler, dass sie aus dem Doppelsternsystem stammt. Eine Analyse des Spektrums deutet auf den Sternwind eines jungen Roten Riesen hin, der nur etwa fünfzig Jahre vor der Supernovaexplosion entwich.

Das Verständnis von Typ-Ia-Supernovae ist wichtig, da sie sich als kosmologische Entfernungsmesser eignen. Astronomen ist die Leuchtkraft der Explosion bekannt und so können sie anhand der auf der Erde gemessenen Helligkeit auf ihre Entfernung schließen (AH 9-10/2003, S. 28). <<

KOSMOLOGIE Die Zeit vor der Zeit

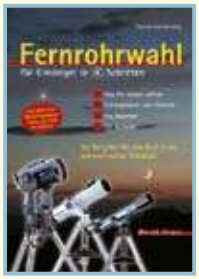
Was passierte vor dem Urknall? Mit dieser Frage beschäftigt sich der Physiker Martin Bojowald von der Pennsylvania State University. Er ist ein führender Vertreter der Schleifen-Quantengravitation – einer Theorie, der es eines Tages vielleicht gelingt, die Allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenphysik zu vereinen und so eine »Theorie von allem« zu werden.

Bojowald berechnete, wie sich bestimmte Quanteneigenschaften des Kosmos zeitlich entwickeln. Insbesondere interessierte ihn dabei, was passiert, wenn das Universum auf eine minimale Größe zusammenstürzt und sich anschließend wieder ausdehnt. Der Physiker konnte zeigen, dass bei einem solchen Übergang viele Eigenschaften des Weltalls unwiederbringlich verloren gehen und es hinterher ausgeschlossen ist, Rückschlüsse auf sie zu ziehen. Es ist demzufolge unmöglich, die Zeit vor dem Urknall vollständig zu rekonstruieren. »Eine ewige Wiederkehr des Immergleichen wird durch die Vergesslichkeit des Kosmos verhindert«, schreibt Bojowald.

Um die Urknall-Theorie gibt es zahlreiche Kontroversen unter Physikern (AH 3/2006, S. 20). Dass es einen Urknall gab, ist weit gehend anerkannt. Die Schwierigkeit besteht jedoch darin, ihn theoretisch zu beschreiben. Den derzeit gängigen Modellen zufolge waren im Anfangszustand die Temperatur, die Dichte und die Raumkrümmung unendlich hoch. Das ist physikalisch unmöglich, weswegen die etablierten Theorien bei der Beschreibung des Ursprungsmoments versagen. <<

Science-Shop.de

vor allem Wissen



Ronald Stoyan

■ Fernrohrwahl für Einsteiger in 4 Schritten

Ein Ratgeber für den Kauf des ersten astronomischen Fernrohrs

2007, 160 S. m. 100 farb. Abb., kart., Oculum.
Bestell-Nr. 2364.
€ 17,90 (D), € 18,40 (A)

Ausführlich werden die Fernrohrtypen mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt, sinnvolle Auswahlkriterien besprochen, nützliches Zubehör vorgestellt und erläutert, wie man die Qualität eines Fernrohrs schnell beurteilt.
Dazu eine umfangreiche tabellarische Übersicht von mehr als 500 auf dem deutschen Markt erhältlichen Teleskopmodellen, von denen die 20 beliebtesten Einsteigergeräte ausführlich besprochen werden. Für ungetrübte Freude an der Himmelsbeobachtung.

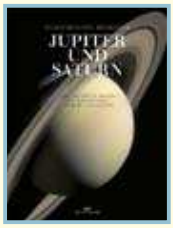
Harald Lesch

■ Astrophysik – Das Universum, 3 DVD-Videos

Der Anfang von allem; Dunkle Kräfte und Energien; Der Kreislauf der Materie.

uni auditorium, 2007, Laufzeit: 183 Min., 3 DVD-Videos, Komplett-Media.
Bestell-Nr. 2413.
€ 39,95 (D), € 39,95 (A)

Das Wissen dieser Welt wird in den Hörsälen der Universitäten gelehrt. Die »Uni ins Wohnzimmer« bringen die Vorlesungen der Reihe »Uni auditorium« mit Themen aus vielen Fachbereichen. Wir starten mit drei Vorlesungen von Harald Lesch zum Thema Astrophysik.
Weitere DVDS und Hörbücher aus der Reihe »Uni auditorium« finden Sie unter:
www.science-shop.de/uniauditorium



Guillaume Cannat/Didier Jamet

■ Jupiter und Saturn

Die schönsten Bilder der Raumsonden Galileo und Cassini

2007, 127 S. m. 58 Duoton-Abb. u. 78 Farbabb. sowie 53 Abb., geb., Delius Klasing. *Bestell-Nr. 2376.*
€ 22,– (D), € 22,70 (A)

In großformatigen Bildern präsentiert dieser Band die schönsten und erstaunlichsten Seiten von Jupiter und Saturn sowie ihrer Monde. Dazu jede Menge fundierte Hintergrundinformationen – fliegen Sie mit! Besonderes Extra: Ein vierseitiges Ausklappbild präsentiert ein eindrucksvolles Panorama der Ringe des Saturn.

B. May/P. Moore/C. Lintott

■ Bang! Die ganze Geschichte des Universums

2007, 192 S. m. 200 Farbabb., geb., Kosmos.
Bestell-Nr. 2440.
€ 29,90 (D),
€ 30,80 (A)

Brian May unterbrach seine Laufbahn als Astrophysiker, um mit der Rockgruppe Queen Musikgeschichte zu schreiben. Jetzt beschäftigt er sich wieder mit dem ganz großen Knall, dem Urknall oder eben Big Bang. Auf dem neuesten Stand der Wissenschaft, in brillanter Klarheit geschrieben und in außergewöhnlicher Qualität illustriert, erzählt »Bang!« die ganze Geschichte des Universums – vom Urknall über die Entstehung der Sterne bis zum finalen Ende in ewiger Finsternis.

Portofreie Lieferung in D & A ab einem Bestellwert von € 20,–*

Ralf Klessen

■ Sternentstehung

Von Urknall bis zur Geburt der Sonne

2006, 82 S. m. 40 Farbabb., kart., Spektrum Akademischer Verlag.
Bestell-Nr. 2262.
€ 12,– (D), € 12,40 (A)

Die ersten Sterne bildeten sich bereits wenige hundert Millionen Jahre nach dem Urknall und Sterne entstehen auch heute noch, etwa 13 Milliarden Jahre später. Der Heidelberger Professor Ralf Klessen erläutert die astrophysikalischen Grundlagen des Sternbildungsprozesses auf knappe, anschauliche und reich illustrierte Weise.

Carole Stott

■ Nachthimmel

Praktische Astronomie für Einsteiger. Mit Planispäre zum Herausnehmen

2007, 144 S., geb., Coventgarden.
Bestell-Nr. 2373.
€ 9,95 (D), € 10,30 (A)

Anschaulich und leicht verständlich zeigt dieses Buch, wie man die wichtigsten Sternbilder finden kann, wie sich Kometen, Planeten und andere Himmelsphänomene beobachten lassen und welche astronomischen Hilfsmittel man dazu benötigt. Neben eindrucksvollen Astrofotografien und detaillierten Himmelskarten gibt es eine drehbare Sternkarte zum Herausnehmen, die eine Zuordnung der Sterne zum jeweiligen Sternbild zu jeder Nacht- und Jahreszeit ermöglicht.

Harald Lesch

■ Alpha Centauri, Teil 13, DVD-Video

Die Welt der Galaxien/ Geheimnisse der Natur

2007, 143 Min., BRW-Service.
Bestell-Nr. 2365.
€ 19,95 (D), € 19,95 (A)

Harald Lesch

■ Alpha Centauri, Teil 14, DVD-Video

Ganz Irdisches/Explosionen im Kosmos

2007, 143 Min., BRW-Service.
Bestell-Nr. 2366.
€ 19,95 (D), € 19,95 (A)

Bestellen Sie gleich beide DVDs im Paket und sparen Sie:

■ Alpha Centauri, Teil 13 u. 14 im Paket

Bestell-Nr. 2367. **€ 34,95 (D),** € 34,95 (A)

Prof. Dr. Harald Lesch, Astrophysiker an der Ludwig-Maximilians-Universität, München, erklärt in seinem einzigartig lockeren und leicht verständlichen Stil Themen aus der Astronomie. Mal Naheliegendes, mal Abgefahrenes, aber immer spannend und vor allem unterhaltsam.
Suchen Sie ältere Folgen der beliebten Sendereihe? Rufen Sie uns einfach an oder besuchen Sie uns im Internet:
www.science-shop.de/alphacentauri

■ RedShift 5, CD-ROM

Das virtuelle Planetarium

2003, m. Handbuch, CD-ROM, USM. Bestell-Nr. 1587.
€ 20,– (D), € 20,– (A)

Wir bieten Ihnen Restexemplare der Vorgängerversion von »Redshift 6« jetzt besonders günstig. Für Windows 98, ME, 2000, XP, mit ausführlichem Handbuch. Bitte beachten: Für das Betriebssystem XP mit Service-Pack 2 ist zur Installation ein Patch notwendig, dass Sie unter **www.redshift.de** erhalten.

Govert Schilling

■ Unser Universum

Vom Urknall in die Unendlichkeit

Sonderausgabe 2007, 144 S. m. 130 Farbabb., geb., Kosmos.
Bestell-Nr. 2384.
Früher € 29,90 jetzt nur
€ 14,95 (D), € 15,40 (A)

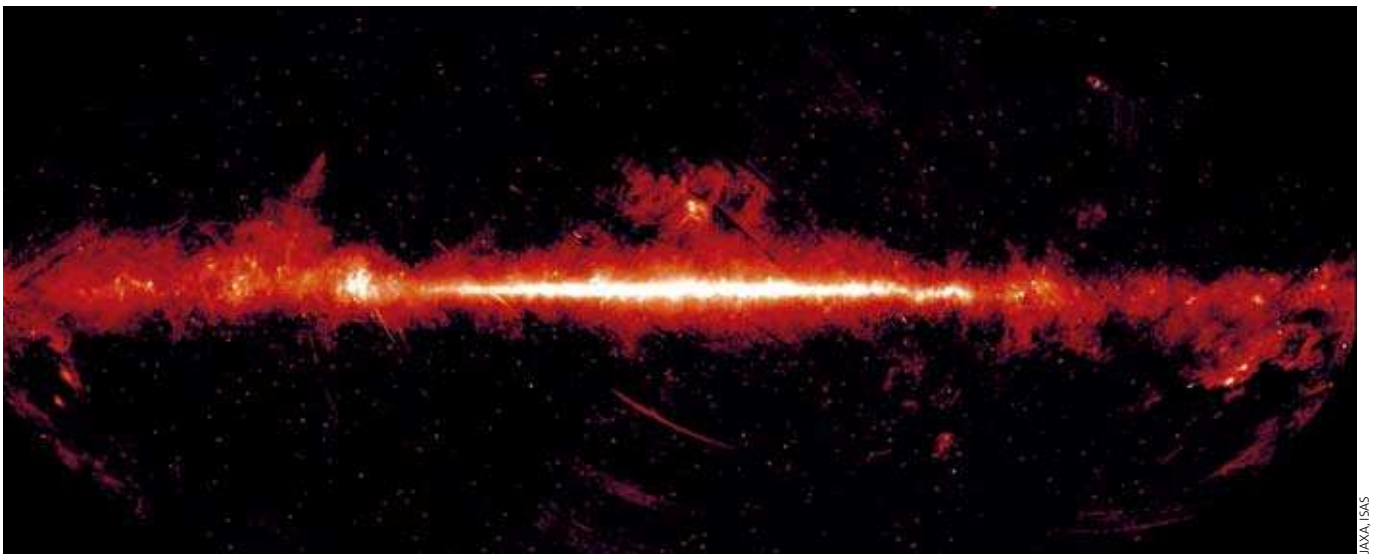
In wunderschönen Bildern und fast schon poetischen Worten führt Sie dieses Buch durch das Universum. Jetzt neu als preisgünstige Sonderausgabe!

Besuchen Sie uns im Internet unter:
www.science-shop.de

Bequem bestellen:
→ direkt bei www.science-shop.de
→ per E-Mail: info@science-shop.de
→ telefonisch 06221/9126-841
→ per Fax: 0711/7252-366
→ per Post: Postfach 810680 · 70523 Stuttgart

*Bestellungen in D & A unter € 20,– sowie Bestellungen im sonst. Ausland berechnen wir mit € 3,50. Alle Preise inkl. Umsatzsteuer. Preise unter Vorbehalt. Spektrum der Wissenschaft Verlagsges. mbH

HIMMELSDURCHMUSTERUNG Das Firmament im Infrarotlicht



JAXA, ISAS

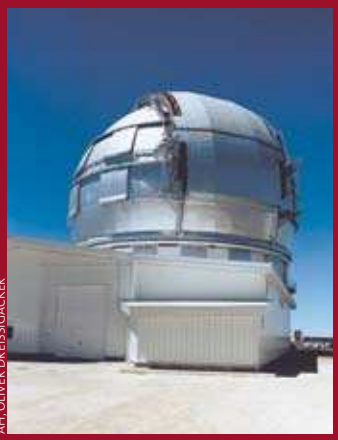
Der Nachthimmel – aufgenommen bei einer Wellenlänge von neun Mikrometern. Die intensive Infrarotstrahlung, die von der Milchstraße ausgeht, lässt sie deutlich hervortreten. Verantwortlich sind Sternentstehungsgebiete und aufgeheizter interstellarer Staub.

Europäische und japanische Astronomen haben zum ersten Mal seit zwanzig Jahren die Wärmestrahlung des gesamten Firmaments kartiert. Dabei bedienten sie sich des japanischen Satelliten Akari, der infrarotes Licht aus dem All mit einem 68-Zentimeter-Spiegelteleskop einfängt. Die neue Karte ist schärfer als die bislang beste Karte dieses Typs, die 1984 mit dem Satelliten Iras erstellt wurde.

Himmelsobjekte mit relativ niedriger Temperatur senden langwellige Wärmestrahlung aus, die Gas- und Staubmassen wesentlich besser durchdringt als sichtbares Licht. Infrarotteleskope wie Akari sind deshalb in der Lage, Protosterne – zu Sternen kollabierende Gaswolken – oder galaktische Zentren abzubilden, die bei sichtbaren Wellenlängen nicht beobachtet werden können, weil sie von Staubwolken verhüllt sind.

Die neue, hoch aufgelöste Infrarotkarte des Nachthimmels wurde aus tausenden Einzelbildern erstellt, die der Satellit von seiner Erdumlaufbahn aus aufzeichnete. Die Ebene der Milchstraße erscheint auf ihr als heller Streifen. Interstellare Gas- und Staubwolken werden hier durch die Strahlung von Sternen aufgeheizt und senden infrarotes Licht aus. Die helle Region in der Bildmitte zeigt das Zentrum unserer Heimatgalaxie. Rund um die galaktische Scheibe liegen zahlreiche Sternentstehungsgebiete, die intensive Infrarotstrahlung aussenden.

Der 2006 gestartete Satellit Akari soll seinen Dienst im kommenden September beenden – eine Verlängerung ist allerdings denkbar. Ziel der Mission ist es, die Entstehung und Evolution von Galaxien, Sternen und Planeten zu erforschen. <<



AH, OLIVER DREISSIGACKER

ERSTES LICHT Das größte Teleskop der Welt

Nach mehr als sieben Jahren Bauzeit spähte das Gran Telescopio Canarias (GTC) am 13. Juli 2007 erstmals in den Nachthimmel über La Palma – vom 2400 Meter hohen Gipfel Roque de los Muchachos. Zwar sind erst zwölf der insgesamt 36 Einzelspiegel montiert, doch schon jetzt können die Wissenschaftler erste Tests der adaptiven Optik durchführen.

Geht alles nach Plan, wird das 130 Millionen Euro teure Teleskop im Mai nächsten Jahres fertiggestellt sein. Mit einem Durchmesser von fast elf Metern wird das GTC dann den ersten Platz in der Rangliste der größten Einzelteleskope der Welt einnehmen.

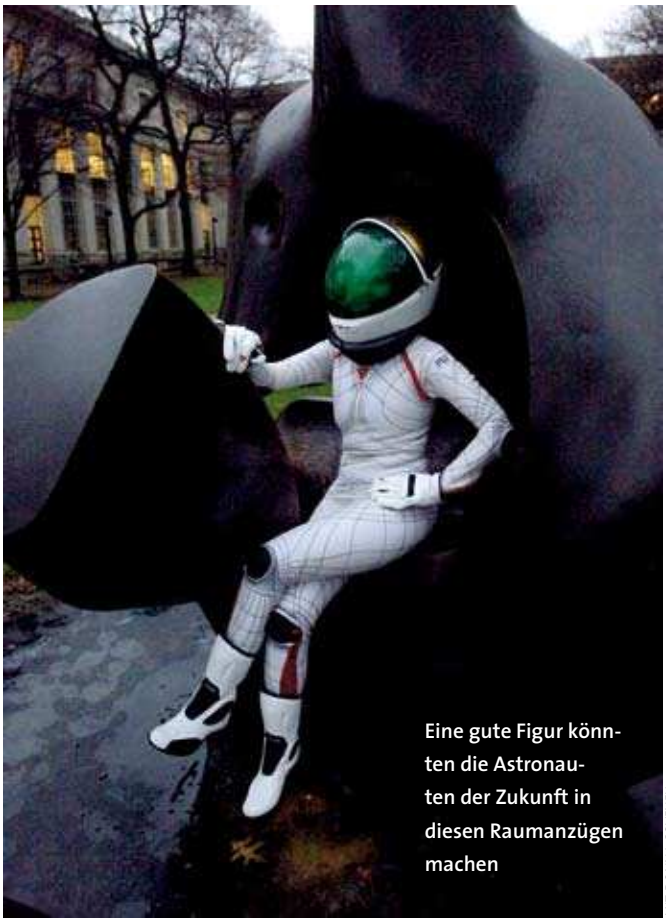
Auch wissenschaftlich wird es im nächsten Jahr in vollem Umfang nutzbar sein. Geplant ist zum Beispiel, mit dem GTC das junge Universum zu beobachten und den Ursprung der Galaxien zu erforschen. <<

RAUMANZÜGE Kleider machen Astronauten

Die klobigen und über hundert Kilogramm schweren Raumanzüge heutiger Tage könnten bald der Vergangenheit angehören: Wesentlich leichte-re, hautenge Modelle sollen den Astronauten mehr Bewegungsfreiheit erlauben – zum Beispiel für zukünftige Missionen zum Mond oder zum Mars.

Zusammen mit einer Textilfirma entwickelten Forscher des Massachusetts Institute of Technology (MIT) den »BioSuit«, der seinen Träger vor Vakuum und Kälte im Weltall schützen soll. Anders als bei einem herkömmlichen Anzug, der den nötigen Überdruck durch Gas erzeugt, setzt der neue Weltallanzug dem Körper mechanischen Druck entgegen. Das stabile Gerüst des BioSuits konstruierten Dava Newman und ihre Kollegen so, dass es genau an den Stellen des Körpers liegt, die sich selbst bei Bewegungen kaum regen. Die übrigen Bereiche hielten die Forscher hingegen flexibel, was sie durch die Kombination verschiedener Textilien wie Nylon oder Elasthan erreichten. Ein voll funktionstüchtiger Anzug könnte bereits in zehn Jahren zur Verfügung stehen, meinen die Entwickler.

Trägt ein Astronaut einen gewöhnlichen Raumanzug, muss er etwa siebzig bis achtzig Prozent seiner Energie aufwenden, um gegen den steifen Anzug anzuarbeiten. Das wäre in der Schwerelosigkeit zwar machbar, erläutern die Wissenschaftler. Auf Mond oder Mars sei jedoch eine gewisse Beweglichkeit nötig, da Raumfahrer wegen der Gravitation laufen müssen. <<



Eine gute Figur könnten die Astronauten der Zukunft in diesen Raumanzügen machen

MIT, DONNA COVENEY

HÖRBUCH-EDITIONEN mit

PROF. HARALD LESCH

Er ist Professor für Theoretische Astrophysik am Institut für Astronomie an der Ludwig-Maximilians-Universität und Professor für Naturphilosophie an der Hochschule für Philosophie in München.

Länge: ca. 90 Min. (2 CDs)
ISBN 978-3-8312-6133-8
€ 19,95

Länge: ca. 140 Min. (2 CDs)
ISBN 978-3-832-6125-3
€ 19,95

Länge: ca. 140 Min. (2 CDs)
ISBN 978-3-8312-6067-6
€ 19,95

Länge: ca. 57 Min. (1 CD)
ISBN 978-3-89672-6132-1
€ 12,95

zum galaktischen Sonderpreis!
Alle 4 Hörbücher für nur € 59,95
(Ersparnis: € 12,85), ISBN 978-3-8312-6174-1

www.komplett-media.de

Verlag KOMPLETT-MEDIA • Robert-Koch-Straße 38 • 82031 Grünwald • Tel. 089/6 49 22 77 • Fax 089/6 49 22 60

Das neue Astronomie Heute im vorteilhaften Abonnement

Abonnieren

>>> Sie zahlen im Inland nur € 56,– für das Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE (10 Ausgaben). Als Schüler, Student, Azubi, Wehr- oder Zivildienstleistender zahlen Sie auf Nachweis sogar nur € 50,–.

>>> Unter *www.astronomie-heute.de/archiv* haben Sie freien Online-Zugriff auf alle Hefte im Volltext seit der Erstausgabe.

>>> Für Ihre Bestellung bedanken wir uns mit einem Präsent Ihrer Wahl.

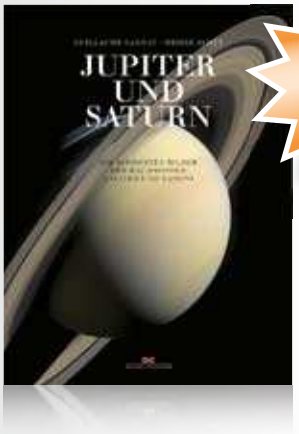
Weitere Prämien finden Sie im Internet

Empfehlen

Sie haben uns einen neuen Abonnenten vermittelt? Dann haben Sie sich eine Dankesprämie verdient und können zwischen folgenden Geschenken wählen:

Der stabile Fahrradkorb von Reisenthel mit Universalhalterung für alle gängigen Lenkerbügel. Mit Deckellatz, stabiler Bodenplatte, Stecktasche fürs Mobiltelefon und Innentasche mit Reißverschluss. Maße: 35 × 25 × 26 cm

Das Buch »Jupiter und Saturn« mit faszinierenden Aufnahmen und verständlichen Erläuterungen. Besonderes Extra: Ein vierseitiges Ausklappbild mit eindrucksvollem Panorama der Saturnringe



Der Gutschein BestChoice im Wert von € 30 kann bei bis zu 100 Anbietern eingelöst werden (kein Umtausch in Bargeld möglich)

Verschenken

Verschenken Sie für ein Jahr die spannende Welt von Astronomie, Raumfahrt und Sciencefiction mit einem Geschenkabonnement von ASTRONOMIE HEUTE.
Das erste Heft des Abonnements verschicken wir mit einer Grußkarte in Ihrem Namen.

>> Abonnieren und profitieren Sie gleich unter: **www.astronomie-heute.de/abo**

Spektrum DER WISSENSCHAFT Wissen aus erster Hand

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße 3–5 | 69126 Heidelberg | Tel 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751
service@spektrum.com

Der Stern Atair ist fast eine Million Mal weiter von uns entfernt als die Sonne – neue Aufnahmen zeigen Details seiner Oberfläche.

ILLUSTRATION: ZINA DERETSKY, NSF

BEOBACHTUNG Zoom in einen Stern

Einem Astronomenteam um John Monnier von der University of Michigan gelangen die ersten Bilder eines sonnenähnlichen Sterns, die seine Oberfläche erkennen lässt. Bislang bilden auch die größten Teleskope die Sterne nur als winzige Lichtpunkte am Himmel ab, die keinerlei Details erkennen lassen. Die Kombination von vier Infrarotinstrumenten der Georgia State University ermöglichte nun den Durchbruch.

Die Teleskope des Chara Interferometric Array vergrößern zusammen so stark wie ein einzelnes Fernrohr mit einem Spiegel von 265 mal 195 Meter Durchmesser. Die Auflösung lag bei etwa 0,64 Millibogensekunden – mehr als zehnmal besser als die des Weltraumteleskops Hubble oder die der modernsten Einzelteleskope auf der Erde. Die Bilder zeigen den etwa 17 Lichtjahre entfernten Stern Atair im Sternbild Adler. Sein Durchmesser liegt beim 1,2-Fachen der Sonne, doch im Gegensatz zu ihr benötigt er für eine Rotation um die eigene Achse nur zehn Stunden, während unser Zentralgestirn über 25 Tage braucht. Die enorm schnelle Eigendrehung sorgt für Fliehkräfte, die den Stern zu einem Oval verformen, das in der Mitte um zwanzig Prozent dicker als an den Polen ist. Durch den größeren Abstand zum heißen Zentrum nimmt die Temperatur am Äquator ab. Diese Bereiche erscheinen deshalb dunkler (Illustration oben). <<

SONNENSYSTEM Eris mächtiger als Pluto

Der Zwergplanet Eris hat nicht nur einen größeren Umfang als Pluto, sondern auch 27 Prozent mehr Masse. Damit ist er der größte und massereichste bekannte Zwergplanet im Sonnensystem.

Mike Brown vom California Institute of Technology in Pasadena und seine Kollegin Emily Schaller bestimmten die Masse anhand der Umlaufdauer des Eris-Monds Dysnomia, die sie mit dem Weltraumteleskop Hubble und dem Keck-Observatorium auf Hawaii ermittelten. Brown hatte den Himmelskörper, der zunächst 2003 UB_{313} hieß, entdeckt.

Abgesehen von den Umlaufbahnen, die Eris wesentlich weiter von der Sonne wegführen als Pluto, gleichen sich die beiden Zwergplaneten fast wie Zwillinge: Sie verfügen über eine nahezu identische mittlere Dichte von zwei Tonnen pro Kubikmeter. Das ist nur gut ein Drittel der Dichte unseres Heimatplaneten. Die Wissenschaftler gehen deshalb davon aus, dass Pluto, Eris und die meisten anderen Objekte im Kuiper-Gürtel – dem Ring aus Gesteinsbrocken jenseits der Neptunbahn – aus recht locker gepresstem Gestein und Eis bestehen.

Die Entdeckung von Eris, dessen Durchmesser nicht einmal hundert Kilometer größer ist als Plutos, führte 2006 zur Degradierung des neunten Planeten. <<

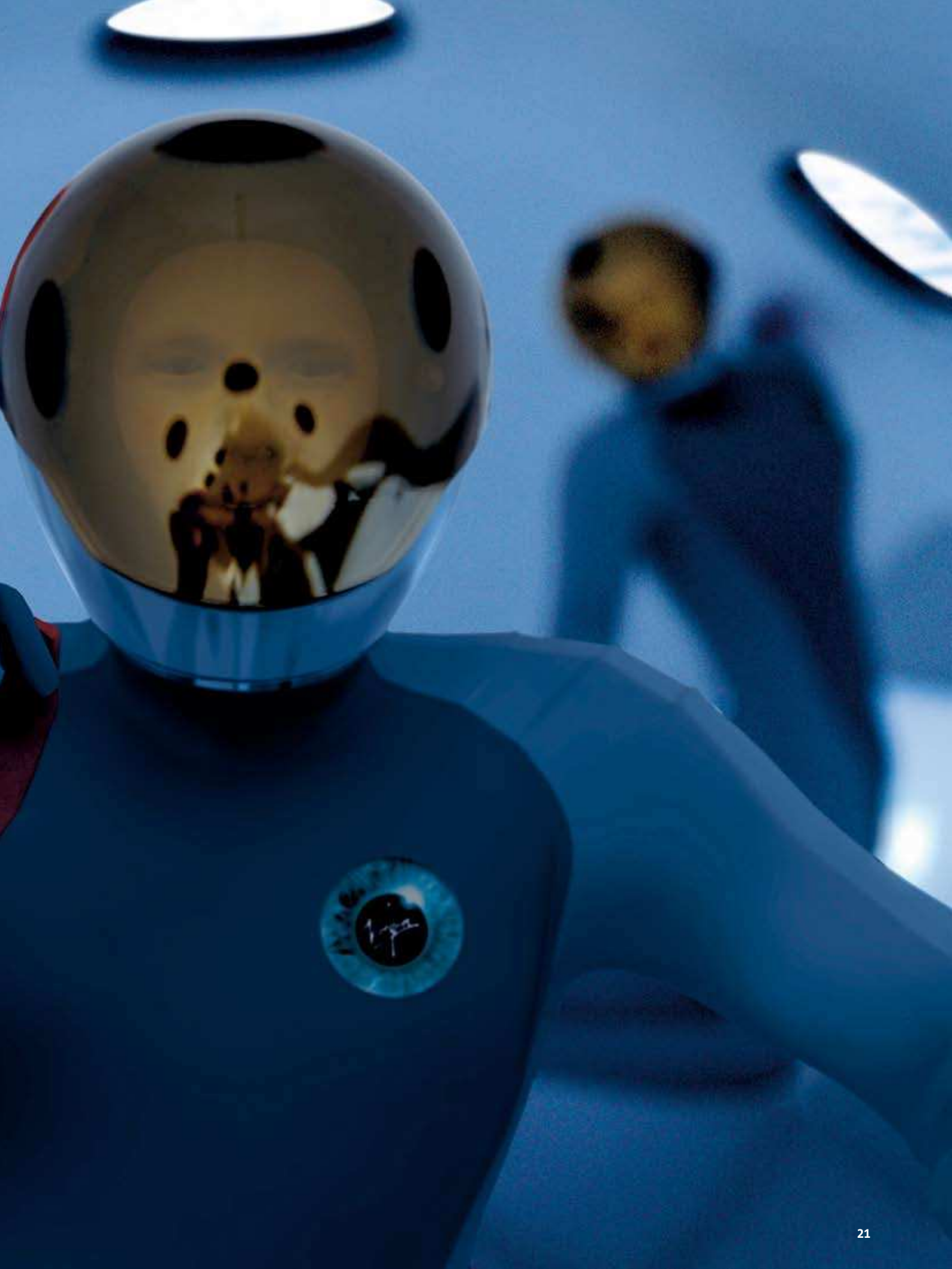
2010
Urlaub im Weltall

Schon in zwei oder drei Jahren könnte das Zeitalter der privaten Raumfahrt anbrechen. Wie muss man sich einen solchen Flug vorstellen? Ein Blick in die Zukunft

VON EUGEN REICHL

VIRGIN GALACTIC

Der private, kommerzielle Weltraumtourismus wird vermutlich bald kommen. Die (zahlungskräftigen) Passagiere könnten so ähnlich aussehen wie hier gezeigt.



Blick auf die Erde: der erhebende Moment während eines touristischen Weltraumflugs

VIRGIN GALACTIC

»200 000 Dollar

für fünf Minuten Schwerelosigkeit.« Abfällige Schlagzeilen dieser Art gingen vor drei Jahren noch oft durch die Presse. Aber nicht mehr heute, im Herbst 2010. Denn die Ära der suborbitalen Raumflüge für jedermann hat vor einem Jahr begonnen. Und die Schilderungen der Passagiere zeigen: Das ist nicht eine Sache von fünf Minuten, sondern eine Erfahrung fürs ganze Leben.

Raumfahrt für alle – bei 200 000 Dollar pro Person und Flug? Vielleicht nicht gerade für Hartz-IV-Empfänger. Aber für einige Mittel- und Besserverdienende schon. Oder für Menschen wie Sie und mich, die darauf hinarbeiten, sich einen lebenslangen Traum zu erfüllen.

So haben Sie sich relativ guten Gewissens von Ihrer Einzimmer-Eigentumswohnung getrennt und sich für das Geld bei einer Vermittlungsagentur für einen Flug ins All angemeldet. Zufällig – ein anderer Passagier trat kurzfristig zurück – bekamen Sie sofort einen Platz. Ein Glücksfall, denn die Anmeldungen der Raumflug-Aspiranten reichen bis ins nächste Frühjahr. Zu Hause müssen Sie nur einen medizinischen Fragebogen ausfüllen und von Ihrem Arzt unterschreiben lassen. Dass Sie kurzsichtig sind und nicht mehr besonders gut hören, spielt keine Rolle. Schließlich sind Sie nicht Pilot, sondern Passagier. Wer eine Achterbahnfahrt übersteht, ist auch fit genug für einen Flug mit den neuen privaten Raumfahrzeugen. Vor allem das meint der Slogan »Raumflug für jedermann«.

12. Oktober 2010: Ankunft im America Spaceport

Sie fahren mit Ihrem Leihwagen durchs Eingangsportal des neuen US-Weltraumbahnhofs »America Spaceport« in New Mexico und beziehen Quartier im Fünf-Sterne-Hotel »Stardust«. Ihr Aufenthalt dort ist im Preis inbegriffen. Am Abend gibt es ein luxuriöses Dinner, bei dem Sie nicht nur fürstlich speisen, sondern auch die anderen fünf Passagiere und die beiden Piloten Ihres Raumschiffs kennen lernen. Es wird ein vorzüglicher kalifornischer Syrah gereicht, aber nach einem Glas Wein ist Schluss, denn schließlich wollen Sie ins All.

13. Oktober 2010: Vorbereitung auf den Flug

Nach dem Frühstück und einer ärztlichen Kontrolle unterschreiben Sie einen Haftungsverzicht, mit dem Sie zusichern, dass weder Sie noch Ihre Angehörigen irgendwelche Ansprüche an den Veranstalter richten werden, falls es zu einem Unfall kommt. Noch ist die private Raumfahrt erheblich riskanter als normale Verkehrsflüge.

Dann werden Sie eingekleidet und erhalten Ihre persönliche Ausrüstung. Dazu gehören eine Flug-Kombi, eine leichte Haube mit integriertem Funkgerät, Schuhe, ein Kugelschreiber und diverse Unterlagen. All

das dürfen Sie nach dem Flug selbstverständlich behalten. Eine theoretische Unterweisung beschließt den Vormittag.

Nach dem Mittagessen erleben Sie Ihr Himmelsfahrzeug erstmals in natura. Sie besichtigen das Raumschiff – es trägt den Namen »Enterprise« – sowie sein Trägerflugzeug und probieren Ihren Sitz aus.

Beim Abendessen unterhalten Sie sich mit Piloten und ehemaligen Weltraumtouristen. Leider müssen Sie sich auch heute auf ein einziges Glas Wein beschränken.

14. Oktober 2010: Training in der Schwerelosigkeit

Am Vormittag sprechen Anweiser die ganze Mission mehrmals mit Ihnen durch und erläutern, worauf Sie achten müssen, was Sie tun dürfen und was nicht. Dann begeben Sie sich in eine Zentrifuge, in der die Beschleunigung, der Lärm und die Erschütterungen nachgeahmt werden, die beim echten Flug auftreten. Hier bekommen Sie einen weit gehend realistischen Eindruck davon, was Sie erwartet.

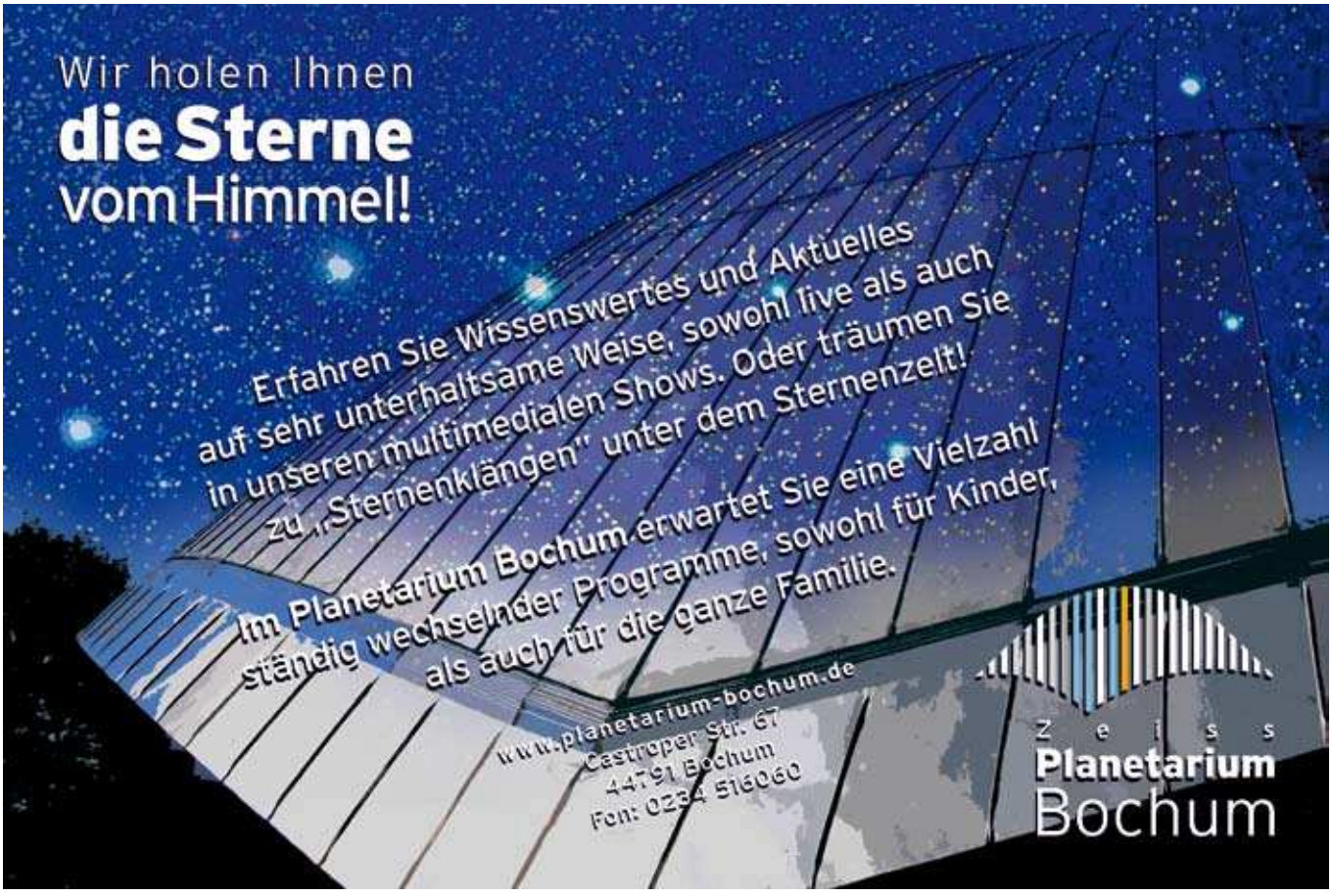
Nachdem Sie – etwas erschöpft und stark »unter Strom« – zu Mittag gegessen haben, wartet eine Boeing 727 auf Sie. Der Veranstalter hat sie gemietet, um alle angehenden Raumfahrer mit der Schwerelosigkeit vertraut zu machen. Drei Viertel des Flugzeuginnern sind komplett leer geräumt, mit Schaumstoff ausgekleidet und mit Halteschlaufen ausgestattet. Hinten im Flugzeug befinden sich einige Sitzreihen. Sie nehmen Platz und die Boeing startet.

In 4000 Meter Höhe geht der Pilot in einen leichten Sinkflug über und beschleunigt, dann zieht er die Maschine nach oben, um kurz darauf die Triebwerke zu drosseln. Sie merken, wie Sie auf Ihrem Sitz leichter werden, bis Sie schwerelos sind. Es folgt eine weitere Eingewöhnungsparabel, die Sie noch angeschnallt absolvieren müssen. Dann dürfen Sie die Gurte lösen. Zehn Parabeln fliegt der Jet und jedes Mal sind Sie für etwa zwanzig Sekunden schwerelos. So erleben Sie schon heute das Gefühl, das Sie morgen noch ausgiebig genießen werden.

Mit einer Mischung aus Euphorie und flauem Magen begeben Sie sich zu Ihrem

WUSSTEN SIE ...?

Der erste Weltraumtourist der Geschichte war der US-Unternehmer Dennis Tito. Er flog 2001 für sechs Tage auf die ISS und bezahlte etwa zwanzig Millionen Dollar dafür. Nach der Rückkehr erklärte er, er wolle nicht noch einmal ins All.



Kurzurlaub mit Virgin Galactic

Höhenskala mit charakteristischen Marken

100 Kilometer Höhe: offizielle Grenze zum Weltraum

55 km Höhe: Eintritt ins All

Aufstieg zum Weltraum

15 Kilometer Höhe: Abkoppeln vom Trägerflugzeug, beschleunigen auf Mach 3

17 Kilometer: Übergang in ruhigen Gleitflug

Aufsetzen auf der Landebahn

110 Kilometer Höhe: Der Scheitelpunkt der Bahnkurve ist erreicht.
55 km Höhe: Wiedereintritt

Virgin Galactic will sein suborbitales Raumschiff »SpaceShipTwo« von einem Trägerflugzeug auf 15 Kilometer Höhe schleppen lassen.

VIRGIN GALACTIC

Kurz vor dem Start fragen Sie sich: Soll ich nicht lieber aufgeben?

letzten Abendessen vor dem Start. Angesichts Ihrer Nervosität hätte es ruhig mehr als nur ein Glas Wein sein dürfen. Aber leider müssen Sie darauf verzichten, denn morgen ist Ihr großer Tag.

15. Oktober 2010: 125 Kilometer über New Mexico

Sie stochern lustlos in Ihrem Frühstück und fragen sich: Habe ich richtig entschieden? Sollte ich es nicht lieber sein lassen?

Am Vormittag trainieren Sie noch einmal im Simulator. Dann, nach einem leichten Mittagessen (das Sie kaum anrühren) werden Sie im Bus zur Enterprise gebracht, die unter dem Trägerflugzeug hängt.

Sie nehmen Platz. Die fünf anderen Passagiere sind sehr einsilbig und auch Ihnen ist nicht nach Reden zu Mute. Dann kommt der Start. Langsam steigt die Kombination aus Träger und Raumschiff in den Himmel. Eine Stunde lang sind Sie mit Ihren Gedanken allein; alle möglichen Ängste und Zweifel kommen in Ihnen hoch. Nach sechzig Minuten sind Sie höher als je zuvor mit einem Verkehrsflugzeug: 15 300 Meter. Der Himmel über Ihnen leuchtet dunkelblau.

Dann vernehmen Sie den Ruf »Separation!«. Ein metallisches Geräusch verrät, dass die Enterprise ausgeklinkt wurde. Ihr Magen kitzelt und Ihr Allerwertester hebt sich vom Sitz: Sie entfernen sich im freien Fall vom Trägerflugzeug. Der Turbinenlärm, der bislang permanent dröhnte, verstummt kurz darauf völlig. Ein Blick durch die oberen Kabinenfenster zeigt den schnell kleiner werdenden Träger.

Unmittelbar darauf geht ein gelbes Blinklicht am Kabinenschott an. Sie wissen, was das bedeutet: Der Raketenmotor ist jetzt »scharf«. Fast gleichzeitig leuchtet eine weitere Lampe auf, sie signalisiert, dass die Zündsequenz eingeleitet wurde.

Und dann wird eine Zahl angezeigt: fünf. Es sind die Sekunden bis zur Raketenzündung. Vier – Adrenalin schießt in Ihren Körper. Drei – Sie blicken zum Nachbarn, der bleich vor sich hinstarrt. Zwei – Sie beten, obwohl Sie das sonst nie tun. Eins – Sie lehnen sich zurück. Null – mit einem Schlag brüllt der Raketenmotor auf. Eine Riesenfaust presst Sie in den Sitz.

In den ersten drei, vier Sekunden überwiegt die pure Angst. Dann aber merken Sie, dass Sie noch leben und dass alles so ist, wie es Ihnen die Fluganweiser erzählt haben. Ihre Zuversicht kehrt zurück.

Zehn Sekunden nach der Zündung durchbricht die Enterprise die Schallmauer. Alles vibriert und es ist höllisch laut. Die Beschleunigung ist schier unglaublich; Sie

Auch das europäische Unternehmen EADS will ein Vehikel für private Weltraumflüge bauen. Pläne dafür existieren schon, aber noch keine Bezeichnung.

EADS ASTRIUM

liegen zentnerschwer in Ihrem Sitz, als wären Sie aus Beton. Durchs Fenster sehen Sie, wie der Himmel immer dunkler wird. Etwa eine Minute nach Beginn der Raketenzündung ist er schwarz.

Plötzlich wird es still: Bei 55 Kilometer Höhe und Mach 3 wurde der Raketenmotor abgeschaltet. Die Enterprise strebt nun antriebslos dem All zu. Unvermittelt setzt die Schwerelosigkeit ein.

Am Display sehen Sie, dass die Höhe schnell zunimmt, während die Geschwindigkeit sinkt. Sie lösen sich vom Sitz und schweben – fast wie gestern und doch ganz anders. Denn jetzt haben Sie Zeit, ganze fünf Minuten lang. Sie fliegen zum Fenster, blicken auf die Erde und sehen die Krümmung des Horizonts. Sie turnen in der Kabine, lachen und machen Späße mit den anderen Passagieren.

Bei 110 Kilometer Höhe wird der Scheitelpunkt der Bahnkurve überschritten. Langsam steigt die Geschwindigkeit wieder. Ein Warnton ertönt: neunzig Kilometer Höhe, noch eine Minute. Ein zweiter Warnton: siebzig Kilometer Höhe, noch dreißig Sekunden, Geschwindigkeit Mach 2,5. Sie müssen in den Sitz zurück.

Der Wiedereintritt in die Atmosphäre beginnt unspektakulär, mit einem Knistern und Klatschen. Wie Regentropfen, die bei einem aufziehenden Gewitter gegen die Scheibe prallen. Dann nimmt der Lärm drastisch zu und steigert sich zum Inferno. Zugleich wird die Schwerkraft größer; schon bald hat sich eine Bremsbeschleunigung von zwei g aufgebaut. Wieder kleben Sie in Ihrem Sitz wie flüssiges Blei. Zeitweise steigt die Belastung sogar auf vier g und drückt Sie gnadenlos in die Polster. Die Lautstärke wird schier unerträglich.

Doch dann hört es so rasch auf, wie es kam. Die Belastung nimmt schnell ab und der Lärm verebbt. Die Enterprise geht in einen steilen, aber ruhigen Gleitflug über. Ein Glücksgefühl breitet sich in Ihnen aus, wie Sie es nie zuvor kannten.

Das Raumschiff setzt zur Landung an. Es rollt leise über die Piste, schließlich steht es still. Sie sind überwältigt.

Am Abend gibt es eine große Abschlussparty. Sie bekommen die »Astronautwings« verliehen. Sie waren im Weltraum, 125 Kilometer über New Mexico.

Lange noch sitzen Sie im Freien und schauen zum Himmel empor. Und heute endlich dürfen es auch ein paar Gläser mehr sein. <<

EUGEN REICHL *ist Vorstandsmitglied im Verein zur Förderung der Raumfahrt e. V. Er schreibt regelmäßig für* ***astronomie heute****.*

ES TUT SICH WAS

Zahlreiche Unternehmen entwickeln Fluggeräte für die private bemannte Raumfahrt und sind dabei zum Teil sehr weit fortgeschritten. Die wichtigsten sind:

Armadillo Aerospace (Texas, USA), EADS Astrium (Europa), Benson Space (Kalifornien, USA), Blue Origin (Washington, USA), Canadian Arrow (Ontaria, Kanada), Interorbital Systems (Kalifornien), Masten Space Systems (Kalifornien), Rocketplane Kistler (Oklahoma, USA), Scaled Composites (Kalifornien), SpaceX (Kalifornien), t/Space (Virginia, USA), XCOR (Kalifornien).

Schönheit braucht keinen Namen: Der Astrium-Flieger für private Weltraumtrips hat eine ungewöhnliche Flügelanordnung.

EADS ASTRIUM

Namenloses Fluggerät

Das Ding ist eine Kreuzung aus Raumschiff und Flugzeug und stammt von Astrium, der Raumfahrtsparte von EADS. Vorgestellt wurde es im Juni auf dem Pariser Aerosalon. Und es heißt ...? Ja, wie denn? Fragt man nach, erhält man zur Antwort: »TBN«, also »To be named«. Kaum zu glauben – das Fahrzeug hat keinen Namen. Das erstaunt, denn bei der Konkurrenz läuft es eher andersherum. Da kommt erst die klingende Bezeichnung, dann das Produkt. Man will ja vermarkten und braucht Geldgeber.

Geld benötigt Astrium eigentlich auch, um das schnittige Vehikel eines Tages wirklich zu bauen. Eine Milliarde Euro, um genau zu sein. Und die werden nicht von der öffentlichen Hand kommen – das stellte EU-Wirtschaftskommissar Günter Verheugen, der das Projekt nicht mag, schon mal klar.

Wenn Astrium schnell Investoren findet, könnten die Detailarbeiten im nächsten Jahr beginnen. Ab 2011 würden Testflüge durchgeführt, die ersten zahlenden Passagiere könnten 2012 einsteigen. Um dem Publikum den 200 000 Euro teuren Kurztrip ins All schmackhaft zu machen, wurde auf dem Aerosalon ein Modell der luxuriösen Passagierkabine präsentiert. Ihre futuristische und innovative Ausstattung entwarf der bekannte australische Designer Marc Newson.

Der Spaceliner hat erstaunlich gestreckte, stilettartige Flügel weit hinten am Rumpf. An der Nase befinden sich Vorflügel, welche die Steuerbarkeit des Vehikels in dichten Atmosphärenschichten verbessern. Die Dimensionen des Liners – er soll einen Piloten und vier Passagiere aufnehmen – entsprechen denen eines Businessjets. Seine Startmasse beträgt etwa 18 Tonnen, die Kabine durchmisst 2,3 Meter und bietet jedem Passagier etwa drei Kubikmeter Platz.

Das Fluggerät startet horizontal auf einer Rollbahn und fliegt mit zwei Turbofan-Triebwerken bis auf 12 000 Meter. Etwa 45 Minuten nach dem Abheben schaltet der Pilot die Turbinen aus. Für den Sprung auf die suborbitale Weltraumbahn wird nun ein einzelnes Raketentriebwerk mit dreißig Tonnen Schub gezündet. Es beschleunigt den Spaceliner etwa achtzig Sekunden lang fast senkrecht nach oben. In sechzig Kilometer Höhe, bei Mach 3, wird das Triebwerk abgestellt und die Passagiere sind fortan schwerelos. Der Spaceliner fliegt antriebslos bis in eine Höhe von etwa hundert Kilometern weiter. Dann beginnt der Rücksturz zur Erde.

Etwa fünfzig Kilometer über dem Boden kommt es zum Kontakt mit den dichteren Atmosphärenschichten. Die Passagiere spüren zunächst langsam, dann immer stärker ihr Gewicht wieder. In 15 Kilometer Höhe werden die Turbinen erneut angelassen. Das Fluggerät landet schließlich wie ein klassischer Jet auf der Rollbahn.

Schöne Aussichten also – trotz des fehlenden Namens. Allerdings haben einige Ingenieure das schmucke Fahrzeug heimlich »Apogee« getauft, also »Apogäum«. Das ist zwar streng genommen der erdfernste Punkt einer elliptischen Erdumlaufbahn, aber wir wollen es hier mal nicht so genau nehmen. Besser als »TBN« ist es allemal.

Science-Shop.de

vor allem Wissen

Science & Fun im Science-Shop

NEU

H-Racer-Set

Modellauto mit Brennstoffzelle und eigener solarbetriebener Wasserstofftankstelle

Anleitung in dt. Sprache, benötigt wird destill. Wasser, nicht im Lieferumfang enthalten. Abmessung d. Modellautos: ca. 16 x 7 cm. HORIZON.

Bestell-Nr. 2424. **€ 99,– (D),** € 99,– (A)

Erleben Sie spielerisch die moderne Wasserstofftechnologie: Statt Strom aus Batterien speichert das Fahrzeug Wasserstoff und setzt es in einer Brennstoffzelle in elektrische Energie um. Die mitgelieferte Wasserstoff-Tankstelle versorgt das Fahrzeug unbegrenzt mit sauberer Energie. Alles was Sie benötigen ist Wasser und Sonnenlicht: eine nahezu unbegrenzte Ressource!

NEU

Hydrogen Fuel Cell Car Kit

Modellfahrzeug mit Brennstoffzelle

Anleitung in engl. Sprache. Abmessung des Modellautos: ca. 24 x 10,5 cm. Benötigt wird destill. Wasser u. Batterien (2 x AA), nicht im Lieferumfang enthalten. HORIZON.

Bestell-Nr. 2423. **€ 59,– (D),** € 59,– (A)

Wasserstoff ist ein wichtiger Energieträger für erneuerbare Energien der Zukunft. Dieses kleine Modellfahrzeug verdeutlicht die Funktionsweise der Wasserstofftechnologie: Zuerst zerlegt eine Brennstoffzelle Wasser in seine Bestandteile Wasser- und Sauerstoff. Mit dem gespeicherten Wasserstoff kann dann das Fahrzeug für einige Minuten betrieben werden, indem dieselbe Brennstoffzelle umgekehrt wieder Strom aus der Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt. Der besondere Clou: Das Fahrzeug weicht automatisch Hindernissen aus und blinkt dabei fröhlich über zwei LEDs vor sich hin.

Astronomie, Experimentierkasten

Abenteuer Wissen: Experimente auf den Spuren der Planeten

2007. Mit 32-seitigem farbig illustrierten Anleitungsheft, Experimentierkasten, Kosmos.

Bestell-Nr. 2369.

€ 20,– (D), € 20,– (A)

Mit diesem Experimentierset können kleine astronomische Spielereien gebaut werden, wie Mond-Daumenkino, Teleskop, Sonnensystem-Mobile, Sternkarte u.v.m. Was dabei besonders gefällt: Das farbige Begleitheft beschreibt ausführlich und verständlich 22 Aktivitäten und Experimente. Für Kinder ab 8 Jahren.

Kosmos Astronomie-Puzzle Kassiopeia, 1000 Teile

2007, Format: 66 x 47 cm, Kosmos.

Bestell-Nr. 2297. **€ 9,95 (D),** € 10,30 (A)

Dieses Puzzle zeigt den Supernova-Überrest Cassiopeia A, die hellste Radioquelle am Himmel, aufgenommen mit dem Röntgensatelliten CHANDRA im Röntgenbereich (blau und grün), mit dem Weltraumteleskop HUBBLE im Optischen (gelb) und mit dem Weltraumteleskop SPITZER im mittleren Infrarot (rot). Im Optischen leuchten die Feldsterne und das von der Supernova-Explosion mit schweren Elementen angereicherte Gas, während die Emission im Infraroten die Verteilung des kühlen Staubes anzeigt. Der Überrest stammt von einer Supernovaexplosion, die sich – von den Menschen unbemerkt – vor 325 Jahren ereignete und einen Neutronenstern hinterließ. Puzzlen macht Spaß und trainiert außerdem Gedächtnis, Orientierungs- und Denkvermögen.

Portofreie Lieferung in D & A ab einem Bestellwert von € 20,–*

Braintwister Space

Bestell-Nr. 1833.

€ 15,– (D), € 15,50 (A)

Ab 8 Jahren. Testen und trainieren Sie Ihr Gedächtnis. 90 Spielkarten sind sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite mit Motiven aus Weltall und Raumfahrt bedruckt. Zwei Karten sind ein Paar, wenn beide Abbildungen – Vorder- und Rückseite – übereinstimmen. Memory für Fortgeschrittene!

Sternenhimmel Mini-Leuchtglobus

Ø 13 cm, Höhe insg. 19 cm, incl. 6V Netzteil, EIN/AUS-Schalter und abnehmbaren Kabel.

Bestell-Nr. 1913.

€ 14,80 (D), € 15,30 (A)

Der kleinste beleuchtete Zweibild-Globus der Welt! Verschönern Sie Ihren Schreibtisch mit diesem Leuchtglobus. Die Fixsterne leuchten besonders stark, der Metallmeridian ist silber.

Celestron SkyScout

»Handplanetarium« mit GPS-Empfänger

Format: 18,5 x 10 x 6,25 cm, 520 gr. mit Batterien (nicht enthalten), Celestron.

Bestell-Nr. 2271. **€ 435,– (D),** € 435,– (A)

Der Celestron SkyScout ist ein revolutionäres neues »Handplanetarium« mit eingebautem GPS-Empfänger.

Durch reines Anvisieren eines Himmelsobjekts identifiziert der SkyScout dieses und gibt Informationen auf dem Display und per Sprache aus. So kann der SkyScout Ihr persönliches Planetarium sein und Sie lernen mit ihm vieles über Sterne, Planeten und Sternbilder. Amateurastronomen, die sich am nördlichen Sternhimmel auskennen, kann SkyScout auf Urlaubsreisen in südliche Länder begleiten und helfen sich am dortigen Sternenhimmel zurecht zu finden.

Der Sonnen-Projektor

Gefahrlos und bequem die Sonne beobachten

2006, vorgestanzter Kartonbausatz, Sunwatch.

Bestell-Nr. 1709.

€ 19,90 (D), € 20,50 (A)

Für Pappastronomen: Erst Bastel-, dann Beobachtungsspaß. Dieses handliche Gerät ermöglicht mehreren Personen eine bequeme und völlig gefahrlose Beobachtung von Sonnenflecken, Planetentransits und Finsternissen. Ein Sonnenfilter wird dabei nicht benötigt, weil der Blick dank einer raffinierten Optik nur auf ein projiziertes Bild der Sonne fällt.

Klaus Hünig

Newton-Spiegelteleskop zum Selberbauen plus Sonnenfilter-Vorsatz

2005, vorgestanzter Kartonbausatz, Sunwatch. *Bestell-Nr. 1425.*

€ 22,90 (D), € 23,60 (A)

Ein Karton-Bausatz für ein Newton-Spiegelteleskop mit Dobson-Montierung: Tubuslänge: 440 mm, Tubusöffnung: 60 mm. Das Herzstück dieses Bausatzes ist der Hauptspiegel aus geschliffenem und poliertem Glas mit 70 mm Durchmesser und 450 mm Brennweite. Zwei Okulare mit Linsen aus Acrylglas sorgen für 16- und 30fache Vergrößerung und ermöglichen den Anblick von Mondkratern und bei sorgfältiger Justierung des Hauptspiegels auch von Jupitermonden.

Besuchen Sie uns im Internet unter:

www.science-shop.de

Bequem bestellen:

→ **direkt bei** www.science-shop.de

→ **per E-Mail:** info@science-shop.de

→ **telefonisch** 06221/9126-841

→ **per Fax:** 0711/7252-366

→ **per Post:** Postfach 810680 • 70523 Stuttgart

*Bestellungen in D & A unter € 20,– sowie Bestellungen im sonst. Ausland berechnen wir mit € 3,50. Alle Preise inkl. Umsatzsteuer. Preise unter Vorbehalt. Spektrum der Wissenschaft Verlagsges. mbH

BESUCH EINER FREMDEN WELT

Die Abenteuer der Esa-Sonde Huygens bei der Landung auf dem Saturnmond Titan.

VON BJÖRN GRIEGER

Der 14. Januar 2005 ist ein historisches Datum. An diesem Tag landete zum ersten Mal ein irdisches Fluggerät auf einem Himmelskörper des äußeren Sonnensystems. Die europäische Sonde Huygens glitt an einem Fallschirm durch die Atmosphäre des Saturnmonds Titan und setzte dann auf seiner Oberfläche auf (AH 4/2005, S. 12).

Warum hatten die Forscher den Titan als Ziel auserkoren? Dafür gibt es mehrere Gründe. Zunächst ist der Himmelskörper nach dem Jupitertrabanten Ganymed der zweitgrößte Mond im Sonnensystem; sein Durchmesser liegt zwischen denen des Merkurs und des Mars. Was Titan aber besonders interessant macht: Er besitzt eine dichte Gashülle, die ähnlich zusammengesetzt ist wie die der frühen Erde.

Seine Atmosphäre besteht – wie die irdische – überwiegend aus Stickstoff. Ihr zweithäufigster Bestandteil ist Methan, eine Substanz, die bei den dortigen Temperaturen (minus 180 Grad Celsius auf der Oberfläche) fest, flüssig oder gasförmig auftreten kann. Damit spielt Methan dort eine ähnliche Rolle wie Wasser auf der Erde, das unter hiesigen Bedingungen ebenfalls fest, flüssig oder gasförmig auftritt.

Die verschiedenen Aggregatzustände des Wassers prägen das Gesicht unseres Planeten in Form von Regengüssen, Flüssen, Seen oder Gletschern. Das legt die Frage nahe, ob es auf dem Titan vergleichbare Erscheinungen aus Methan gibt, also etwa Methanflüsse oder -ozeane. Die Voyager- und Pioneer-Sonden (AH 6/2007, S. 20) hatten bei ihren Vorbeiflügen in den frühen 1980er Jahren zwar interessante Daten geliefert, ihre Kameras durchdrangen aber die dichte Titanatmosphäre nicht. Deshalb blieben die Vorgänge auf der Oberfläche des Trabanten wortwörtlich verschleiert.

Daher begannen Amerikaner und Europäer Mitte der 1980er Jahre damit, gemeinsam die Cassini-Huygens-Mission zu entwickeln, die das Saturnsystem und vor allem Titan erkunden sollte. Die Nasa steuerte das Raumfahrzeug Cassini bei, das die europäische Landeeinheit Huygens huckepack ins Saturnsystem transportierte und schließlich in Richtung Titan abwarf. Nach drei Wochen antriebslosen Driftens durch den Weltraum trat Huygens in die Atmosphäre des Monds ein, glitt drei Stunden lang am Fallschirm hinab und landete schließlich auf festem Boden.

Die Forscher wussten vorher nicht, auf welche Oberfläche die Sonde treffen und ob sie den Aufschlag überstehen würde. Darum hatten sie die Mission so geplant, dass die sechs wissenschaftlichen Instrumente von Huygens ihre Messungen hauptsächlich während des Fallschirmflugs vornahmen. Die Ergebnisse wurden sofort ans Mutterschiff Cassini gesendet,

TITAN: DIE FAKTEN

- **Durchmesser:** 5150 Kilometer
- **Masse:** 135 Trillionen Tonnen, etwa zweimal so viel wie unser Mond
- **mittlere Dichte:** 1,9 Gramm pro Kubikzentimeter
- **Oberflächentemperatur:** –180 °C
- **umrundet den Saturn einmal in 16 Erdtagen** und wendet ihm dabei immer dieselbe Seite zu
- **Atmosphäre:** 94 % Stickstoff, 6 % Methan und Argon, Spuren organischer Verbindungen
- **Atmosphärendruck auf der Oberfläche:** 160 Kilopascal (1,5-mal so hoch wie der Luftdruck auf der Erde)

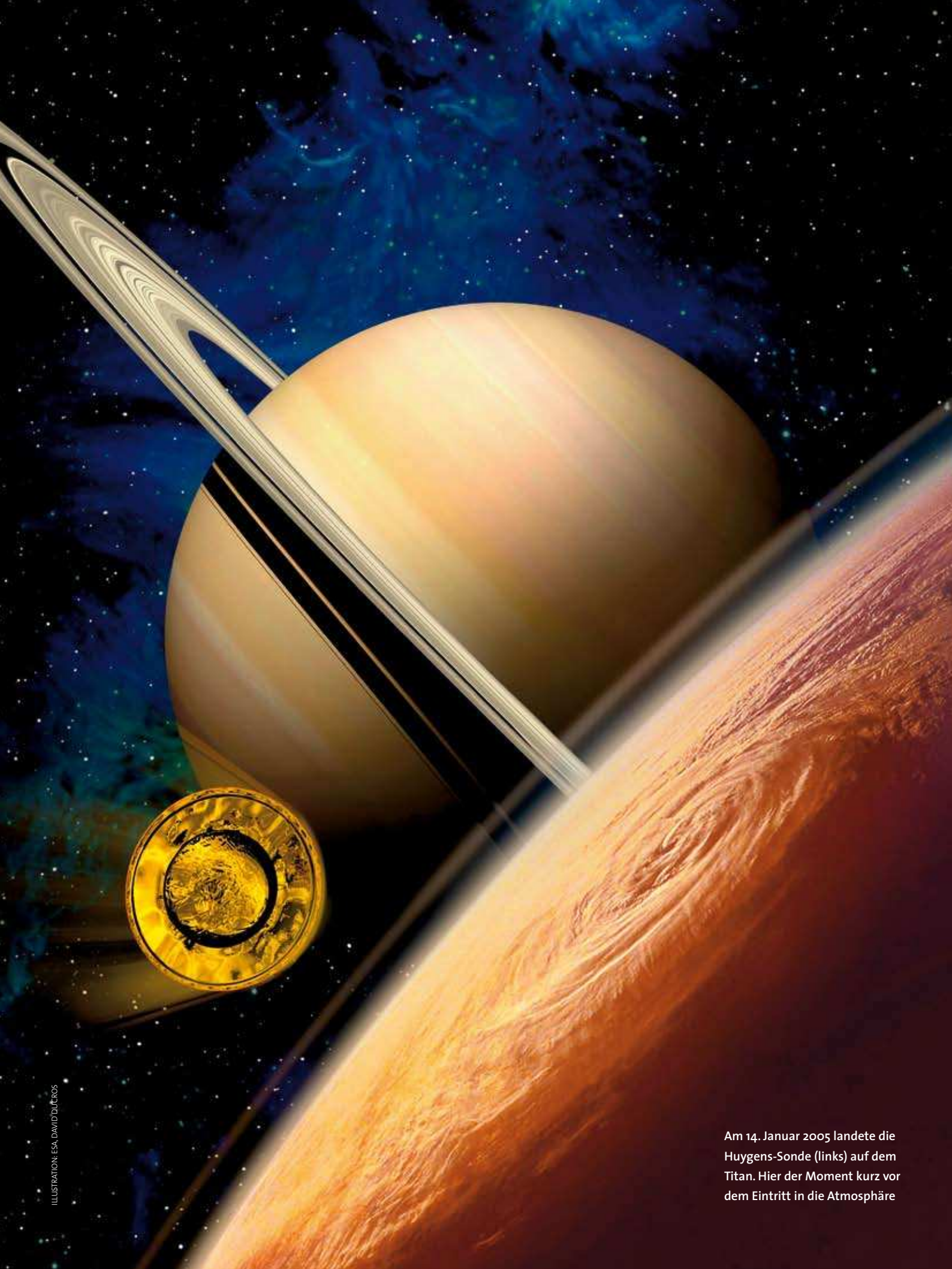
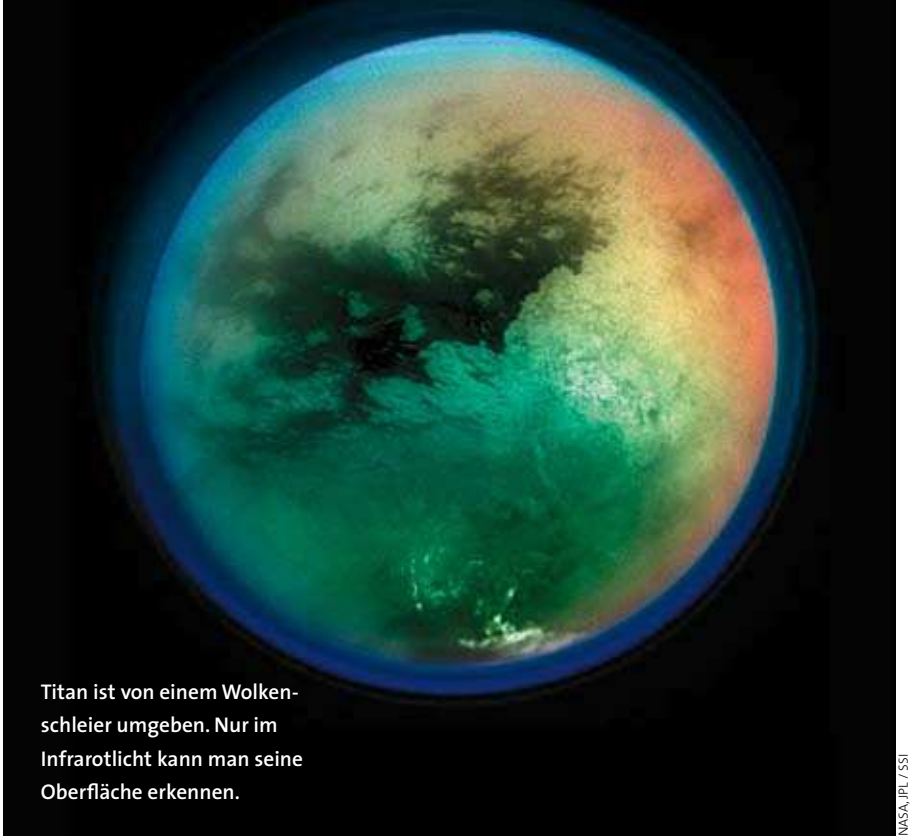


ILLUSTRATION: ESA, DAVID DUCROS

Am 14. Januar 2005 landete die Huygens-Sonde (links) auf dem Titan. Hier der Moment kurz vor dem Eintritt in die Atmosphäre



Titan ist von einem Wolkenschleier umgeben. Nur im Infrarotlicht kann man seine Oberfläche erkennen.

NASA, JPL / SSI

Wegen Titans dichter Atmosphäre brauchte Huygens für die Landung einen leistungsfähigen Hitzeschild.

um von dort aus später zur Erde weitergeleitet zu werden.

Den ganzen Sinkflug über sendete Huygens Daten an Cassini. Selbst nach der Landung blieb der Kontakt erhalten, und das mehrere Stunden lang, obwohl die Batterien der Sonde eigentlich nur für eine halbe Stunde »Überlebenszeit« am Boden ausgelegt waren. Die Verbindung riss erst ab, als Cassini von Huygens aus gesehen hinter dem Horizont verschwand.

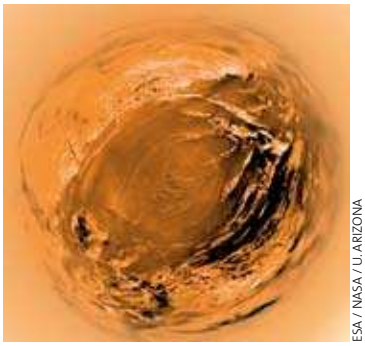
Die Übertragung zwischen den beiden lief über zwei getrennte Funkkanäle A und B. Die meisten Daten sollten parallel über beide gesendet werden, sodass bei Ausfall eines Kanals trotzdem alle Informationen übertragen würden. Zwei Experimente waren von dieser Sicherheitsmaßnahme jedoch ausgenommen.

Das erste davon war das »Descent Imager Spectral Radiometer« (DISR), eine Kombination aus zehn verschiedenen Messgeräten und Kameras. Die Aufnahmen von DISR machten den Löwenanteil der Huygens-Daten aus. Um möglichst viele davon zu übertragen, wurden sie auf beide Kanäle verteilt und nicht parallel gesendet. Damit gingen die Forscher bewusst das Risiko ein, bei Ausfall eines Kanals die Hälfte der Bilder zu verlieren.

Das andere Experiment, das nicht parallel sendete, war das »Doppler-Wind-Experiment« (DWE). Es sollte von Cassini aus die Dopplerverschiebung des Funksignals von Huygens messen und daraus die Geschwindigkeit der Sonde relativ zum Mutterschiff ermitteln. Aus der zeitlichen Veränderung dieser Geschwindigkeit kann man im Nachhinein Huygens' Flugbahn rekonstruieren und daraus wiederum die Windverhältnisse in der Titanatmosphäre.

Um das DWE möglichst präzise durchführen zu können, hatten die Wissenschaftler Huygens mit einem zusätzlichen Sender ausgestattet, der auf einer extrem stabilen Frequenz funkte. Cassini besaß einen dazu passenden Empfänger. Leider hatten die Ingenieure diese hochwertige Funkverbindung nur für den Übertragungskanal A vorgesehen, weil die dafür nötigen Geräte sehr teuer und sehr empfindlich sind und es unsicher schien, ob sie die siebenjährige Reise zum Titan überstehen würden. Falls sie versagt hätten, dann wäre noch die Möglichkeit geblieben, Kanal A mit der normalen Sender-Empfän-

Die Ingenieure übersahen, einen Funkempfänger auf Cassini einzuschalten. Viele Daten gingen verloren



ESA / NASA / U. ARIZONA

FISCHIGER BLICK

Die Oberfläche des Saturnmonds Titan ist hier aus fünf Kilometer Höhe über dem Boden gezeigt. Es handelt sich um eine Fischaugenprojektion, also eine Darstellung mit extremem Weitwinkel. Das Panorama wurde aus vielen Einzelfotos zusammengesetzt.

ILLUSTRATION: ESA, DAVID DUCROS

ger-Ausrüstung zu betreiben. In diesem Fall hätte zwar das Doppler-Wind-Experiment nicht funktioniert, aber die Daten der anderen Instrumente wären normal übermittelt worden.

Kurz vor der Landung auf Titan stellten die Ingenieure fest, dass die extrem stabilen Sende- und Empfangsgeräte einwandfrei funktionierten. Sie entschieden sich dafür, diese zu verwenden, und aktivierten den entsprechenden Sender auf Huygens. Sie versäumten es jedoch, auch den dazugehörigen Empfänger auf Cassini einzuschalten. Infolgedessen sendete Huygens zwar sämtliche Daten auf Kanal A einwandfrei, Cassini empfing sie aber nicht und sie gingen verloren.

Damit war das DWE eigentlich gescheitert. Zum Glück jedoch hatten die großen irdischen Radioteleskope Huygens' Funksignale während der Landung aufgezeichnet. Hier auf der Erde waren diese zwar viel zu schwach, um sie zu entschlüsseln und daraus die Messdaten zu gewinnen, aber sie konnten immerhin nachgewiesen werden.

Die irdischen Aufzeichnungen ermöglichten es den Forschern, die Dopplerverschiebung des Funksignals von Huygens zu ermitteln und somit das DWE doch noch erfolgreich durchzuführen. Am späten Nachmittag des 14. Januar übertrug dann Cassini die von Huygens empfangenen Messdaten zur Erde. Erst zu diesem Zeitpunkt stellten die Wissenschaftler fest, dass die DISR-Bilddaten, die Huygens auf Kanal A gesendet hatte, tatsächlich verloren waren.

Das DISR befand sich an der Seite der Huygens-Sonde und verfügte über drei Kameras, deren Blickrichtungen so übereinander angeordnet waren, dass sie zusammen ein durchgängiges Bildfeld von »fast senkrecht nach unten« bis »knapp über dem Horizont« abdeckten. Durch die Rotation der Landesonde nahmen die Kameras nach und nach das gesamte Gebiet unterhalb von ihr auf.

Taktlose Fotos

Eigentlich hätten die Kameras bei jeder Zwölftel-Umdrehung der Sonde (also im Winkelabstand von je dreißig Grad) ein Foto machen sollen, sodass sich nach einer vollständigen Umdrehung ein Rundumpanorama ergeben hätte.

Zu diesem Zweck verfügte das DISR über einen Sensor, der bei jeder Umdrehung der Huygens-Sonde den Durchgang des Sonnenlichts durch drei versetzte Schlitze registrierte. Daraus berechnete der Bordcomputer die Rotationsgeschwindigkeit der Sonde sowie die Zeitpunkte für die Kameraaufnahmen. Allerdings hat dieser Sonnensensor nicht richtig funktioniert.

Das DISR war so programmiert, dass es bei Versagen des Sensors von sich aus Fotos schoss, ohne auf die Taktsignale des

4finance präsentiert
www.astronomietag.ch
1st Swiss Astronomy Day

Wir behalten auch bei Ihren Finanz-Anlagen den Durchblick
4finance
Ihr unabhängiger Vermögensverwalter
4finance
Hammerstrasse 78
Schweiz - 8032 Zürich
+41 43 333 10 38
info@4finance.ch
www.4finance.ch

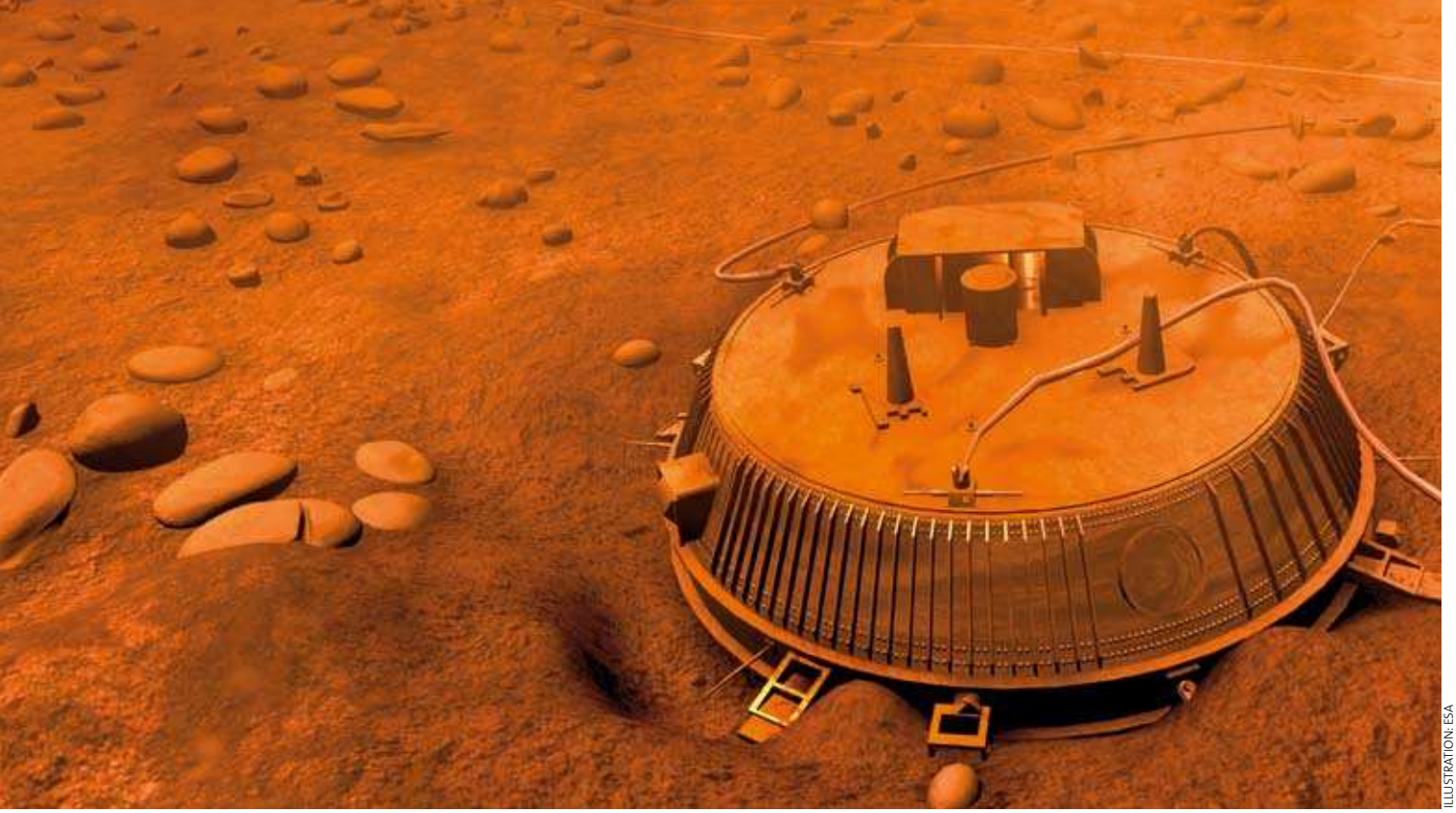


ILLUSTRATION: ESA

So könnte sie ausgesehen haben, die Huygens-Sonde nach der Landung auf dem Titan. Und sie liegt wohl noch heute so da ...

Sensors zu warten. Die Aufnahmen des Instruments erfolgten daher nicht im vorgesehenen gleichmäßigen Winkelabstand. Deswegen und weil die Hälfte der Bilder verloren ging, sind die von Huygens fotografierten Panoramen recht lückenhaft.

Die größte Schwierigkeit bestand darin, dass die Blickrichtungen der einzelnen Aufnahmen zunächst völlig unbekannt waren. Ein intakter Sonnensensor hätte zu jedem Bild die zugehörige Himmelsrichtung geliefert und die Wissenschaftler wären in der Lage gewesen, die Aufnahmen sofort zu vollständigen Panoramen zusammenzusetzen. Das Versagen des Sensors hat die Forscher kalt erwischt: Auf das Zusammenpuzzeln mehrerer hundert Fotos ohne jede Richtungsinformation waren sie nicht vorbereitet. So konnten sie zunächst nur einige kleinere Bildmosaike präsentieren.

Die Amateure legen vor

Alle Rohbilder von der Mission wurden umgehend im Internet veröffentlicht und in den folgenden Wochen erzielten einige Hobbyastronomen damit erstaunliche Resultate. Monatelang stammten die besten Mosaike der Titanoberfläche von Amateuren, während Wissenschaftler und Ingenieure noch damit beschäftigt waren zu verstehen, was eigentlich während der Landung passiert war. Am Ende aber gelang es den Spezialisten, jede einzelne Umdrehung der Sonde zu rekonstruieren.

Es stellte sich heraus, dass Huygens in den unteren Atmosphärenschichten entgegen der geplanten Drehrichtung rotiert hatte, die von kleinen Luftleitblechen an der Sonde erzwungen werden sollte. Die Ursache hierfür ist unklar und wird wohl nie ermittelt werden. Die falsche Drehrichtung erklärt aber das Versagen des Sonnensensors, weil sie bewirkte, dass die Durchgänge des Sonnenlichts durch die Sensorschlitze in der falschen Reihenfolge auftraten. Die Berechnung der Rotationsgeschwindigkeit konnte so nicht funktionieren.

Die Wissenschaftler am Lunar and Planetary Laboratory der University of Arizona in Tucson haben nun alle Bilder zu einem wunderbaren Panorama zusammengefügt, das sogar die exzellenten Arbeiten der Amateure in den Schatten stellt. Auf der Basis dieses Panoramas haben sie die Landung auf dem Saturnmond als Film dargestellt, der dieser Ausgabe von **astronomie heute** auf CD beiliegt.

Trotz mancher gravierender Missgeschicke ist die Huygens-Mission unter dem Strich ein fantastischer Erfolg. Sie hat uns viele Erkenntnisse über den Titan geliefert und uns einen faszinierenden ersten Blick auf seine so erdähnlich anmutenden Landschaften erlaubt. <<

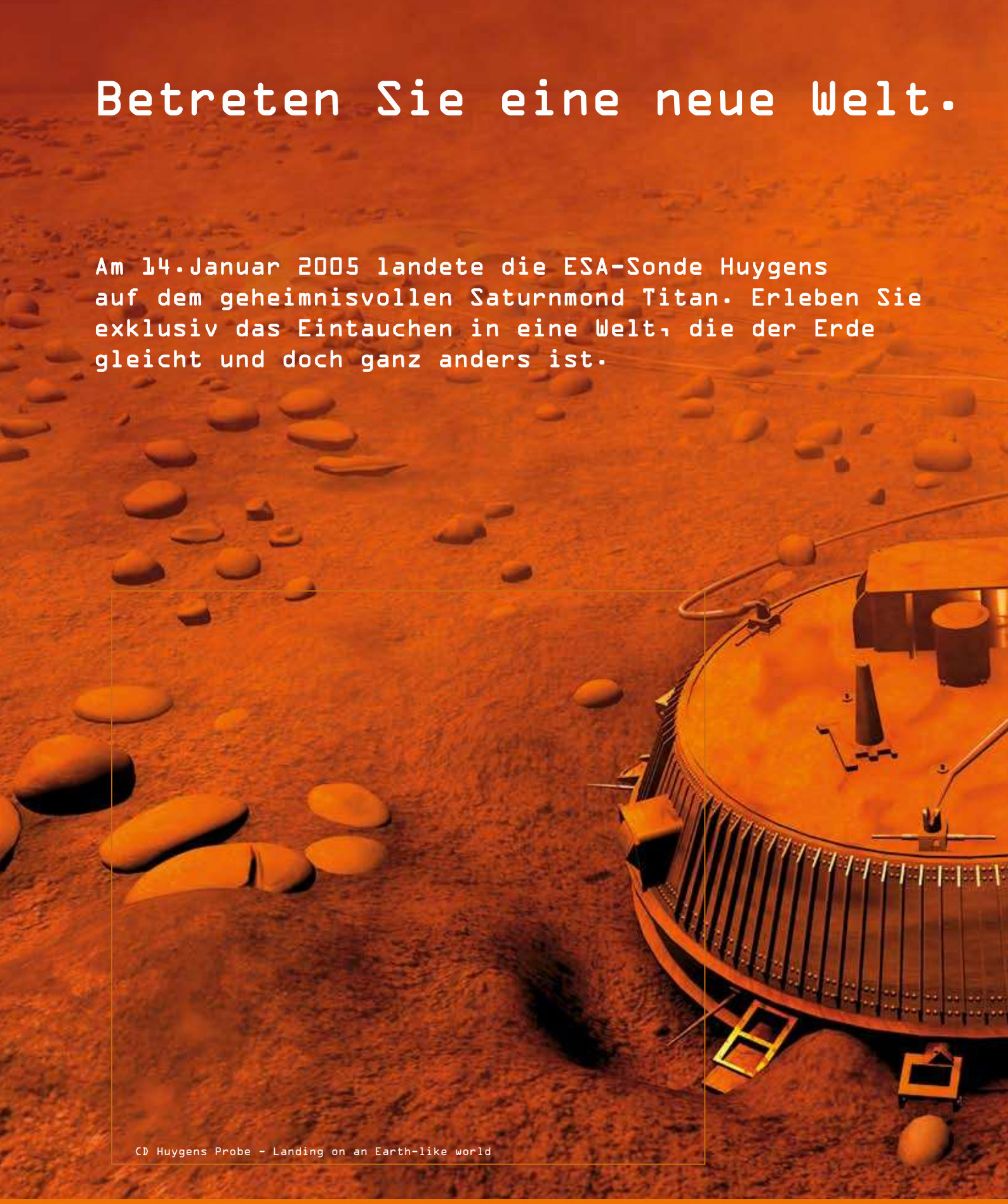
BJÖRN GRIEGER *arbeitet bei der Europäischen Weltraumorganisation Esa. Er war als Wissenschaftler an der Huygens-Mission beteiligt.*

HUYGENS – DER FILM

Die beiliegende CD enthält eine Animation, die Huygens' Perspektive während des Flugs durch die Titanatmosphäre zeigt. Erleben Sie, wie sich die Landschaft auf dem Saturnmond langsam aus dem Dunst schält und hören Sie dazu einen Audiokommentar. Zusätzlich gibt die CD den genauen zeitlichen Ablauf der Landung mit allen wesentlichen Angaben wieder (Höhe, Drift, Fotorichtung, Windrichtung et cetra).

Betreten Sie eine neue Welt.

Am 14. Januar 2005 landete die ESA-Sonde Huygens auf dem geheimnisvollen Saturnmond Titan. Erleben Sie exklusiv das Eintauchen in eine Welt, die der Erde gleicht und doch ganz anders ist.



CD Huygens Probe - Landing on an Earth-like world

esa

www.esa.int

ALLEIN IM ALL

US-Präsident Bush plant den Bau einer permanenten Mondstation und den ersten bemannten Flug zum Mars. Langzeitaufenthalte im All bringen jedoch nicht nur körperliche Belastungen mit sich: Viele Astronauten leiden auch unter massiven psychischen Problemen.

VON MILA HANKE

MIT FRDL. GEN. VON ALAN CHAN, AUS DEM FILM »POSTCARDS FROM THE FUTURE«, 2007 (WWW.POSTCARDSFROMTHEFUTURE.NET)

Allein auf weiter Flur: Die Besatzung einer Marsstation müsste wohl auf Telefonate zur Erde verzichten und damit eine dauerhafte Einsamkeit ertragen.

WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper

MIT FRDL. GEN. VON 20TH CENTURY FOX, AUS DEM FILM »SUNSHINE«, 2007

Vier Spaceshuttle-Flüge hat John Blaha schon hinter sich. Und nach jedem wäre er am liebsten sofort zurück zur Startrampe gelaufen, so sehr begeistert ihn die Raumfahrt. Doch seine erste Langzeitmission – vier Monate auf der russischen Raumstation Mir – stellt Blahas Leidenschaft fürs All auf eine harte Probe: Vom ersten Tag an kann er den strengen Zeitplan nicht einhalten, weil seine Experimente schiefgehen. Viel mehr als drei Stunden Schlaf pro Tag sind nicht drin. Seine beiden russischen Teamkollegen kennt Blaha kaum; das Verhältnis ist angespannt. Ständig gibt ihm der Kommandeur Anweisungen, als wäre er ein kleines Kind. Von der Bodenkontrolle fühlt er sich im Stich gelassen.

Blaha zieht sich immer mehr zurück. Nachts liegt er in seinem an der Wand festgeschnallten Schlafsack und betrachtet die Fotos seiner Frau und seiner drei Kinder. Vom Zauber seines Berufs ist nichts mehr zu spüren. Es dauert lange, bis Blaha sich eingesteht, dass ihn mehr überkommen hat als ein bisschen Heimweh: Er leidet an einer Depression.

Der damals 54-Jährige lebte und arbeitete von September 1996 bis Januar 1997 auf der russischen Raumstation Mir – als dritter Amerikaner in der Geschichte. Er bekam zu spüren, was die US-Raumfahrtbehörde Nasa lange Zeit ignorierte, nämlich dass für den Erfolg einer Weltraummission nicht nur zuverlässige Technik, Fachwissen und körperliche Fitness der Astronauten wichtig sind, sondern auch eine stabile Psyche.

Zunächst hatte die Raumfahrtmedizin rund um den Faktor Mensch vor allem die physiologischen Folgen der extraterrestrischen Arbeit im Blick: Schlafstörungen, Schwächung des Immunsystems, Muskelschwund, Knochenabbau und Strahlenbelastung (siehe Kästen S. 42 und 43).

Auch die Wirkung der extremen Umweltbedingungen auf die geistige Leistungsfähigkeit und die motorischen Fähigkeiten der Astronauten wurde – zumindest in Russland – schon in den 1970er Jahren erforscht. »Grundlegende kognitive Funktionen wie etwa Wahrnehmung, Gedächtnis und logisches Denken bleiben auch unter Weltraumbedingungen weit gehend stabil«, fasst Dietrich Manzey die Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet zusammen. Bevor der Psychologe eine Professur an der Technischen Universität Berlin annahm, arbeitete er 14 Jahre lang beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Hamburg. Noch heute betreut er Astronauten der Europäischen Raumfahrtagentur Esa.

Die größten Leistungseinbußen sieht der Forscher im psychomotorischen Bereich. »Zum Beispiel laufen gezielte Willkürbewegungen wie das Greifen nach einem Gegenstand langsamer und weniger präzise ab. Auch komplexe Aufmerksamkeitsleistungen, etwa wenn man zwei Aufgaben gleichzeitig ausführen muss, sind beeinträchtigt.« Diese Befunde stammen bisher allerdings überwiegend aus Kurzzeitmissionen – Aufenthalten im All von bis zu dreißig Tagen. Zudem scheint noch unklar, ob die beobachteten Leistungsbeeinträchtigungen tatsächlich mit dem Einfluss der Schwerelosigkeit auf das zentrale Nervensystem zusammenhängen oder ob derlei Effekte auf Stressfaktoren wie Überarbeitung und Übermüdung zurückgehen. Doch immerhin: Die körperlichen und geistigen Einbußen im All hatten Raumfahrtforscher von Anfang an im Blick.

Deutlich weniger Aufmerksamkeit wurde hingegen einer menschlichen Schwachstelle gewidmet, die sehr viel unberechenbarer ist als die Körperfunktionen: der Psyche. Mittlerweile haben jedoch alle Raumfahrtagenturen erkannt, dass hier noch erheblicher Forschungsbedarf besteht, und stecken deutlich mehr Geld in die Untersuchung der psychischen Belastungen von Astronauten. »Bei ihrer Arbeit im All sind Astronauten über Monate auf engstem Raum eingeschlossen, stets mit denselben Menschen, entfernt von Freunden und Familie und ohne jede Abwechslung«, schildert Manzey die Lebensbedingungen. Durch diese Isolation leiden immer mehr Astronauten an den Begleiterscheinungen der »Asthenie«: zunehmender Passivität, Aufmerksamkeitsschwäche, Erschöpfungsgefühlen, erhöhter Reizbarkeit und depressiven Verstimmungen. Sie zeigen all jene Symptome, unter denen auch John Blaha auf der Mir litt.

»Ist da draußen noch irgendwer?« In einem Raumschiff lockt auf Dauer nicht einmal mehr der Blick hinaus in den eiskalten Weltraum.

EINMAL ASTRONAUT SEIN ...

Möchten Sie selbst ausprobieren, wie Sie sich im Weltraum fühlen würden? Die Esa und das russische Institut für Biomedizinische Probleme (IMBP) suchen zwölf Kandidaten für eine simulierte Marsmission in einem Moskauer Container. Maximal 520 Tage soll sie dauern – so lange wie die Hin-und Rückreise zum Roten Planeten. Die Testastronauten erwarten dabei vergleichbare Bedingungen wie auf dem Mars: extreme Isolation, Enge und eine verzögerte Kommunikation. Beginn des dreiteiligen Experiments ist im Jahr 2008. Falls Sie Interesse haben, melden Sie sich bis zum 30. September bei der Esa: spaceflight.esa.int/callforcandidates

ROBERT ZUBRIN, MARS SOCIETY

In Containern proben Testastronauten das Leben auf dem Mars.

Auf einer Mondstation befänden sich die Astronauten in einer unwirtlichen, lebensfeindlichen Umwelt.

Um die psychischen Belastungen bei Langzeitmissionen zu untersuchen, nutzen Wissenschaftler vor allem so genannte analoge Umwelten – etwa abgelegene Forschungsstationen, die zwar nicht genau so ausgestattet sind wie Raumstationen, in denen aber ähnliche Bedingungen herrschen, weil sie sich zum Beispiel fern jeglicher Zivilisation mitten in der Wüste oder in der Arktis befinden. Häufig führen die Forscher aber auch Simulationsstudien in nachgebauten Raumstationen durch (siehe S. 39, Randspalte). Zusätzliche Informationen stammen aus Befragungen im All, etwa an Bord der ISS.

Die bisherigen Beobachtungen deuten darauf hin, dass ernsthafte Verstimmungen und Motivationsschwierigkeiten am ehesten dann auftreten, wenn die Hälfte der Mission bereits vorüber ist – und zwar unabhängig von deren Gesamtlänge. »Third-Quarter Phenomenon« nennen Experten deshalb dieses typische Stimmungstief. »Zu diesem Zeitpunkt macht sich das Gefühl breit, dass der Aufenthalt nun doch schon recht lange andauert. Gleichzeitig realisieren die Teilnehmer aber, dass ein ähnlich langer Zeitraum noch vor ihnen liegt«, so Gro Mjeldheim Sandal von der Universität Bergen. Die norwegische Psychologin ist eine Koryphäe, wenn es um Fragen der psychosozialen Belastung unter extremen Umweltbedingungen geht. »Oft treten daher kurz nach der Halbzeit deutliche Spannungen innerhalb der Crew oder zwischen Crew und Bodenstation auf.«

Mit dem Wissen um kritische Phasen können sich sowohl die Astronauten selbst als auch die Kollegen von der Bodenkontrolle schon vor der Mission darauf vorbereiten, dass Konflikte und Stimmungsschwankungen auf sie zukommen könnten – und gezielt Gegenmaßnahmen einleiten.

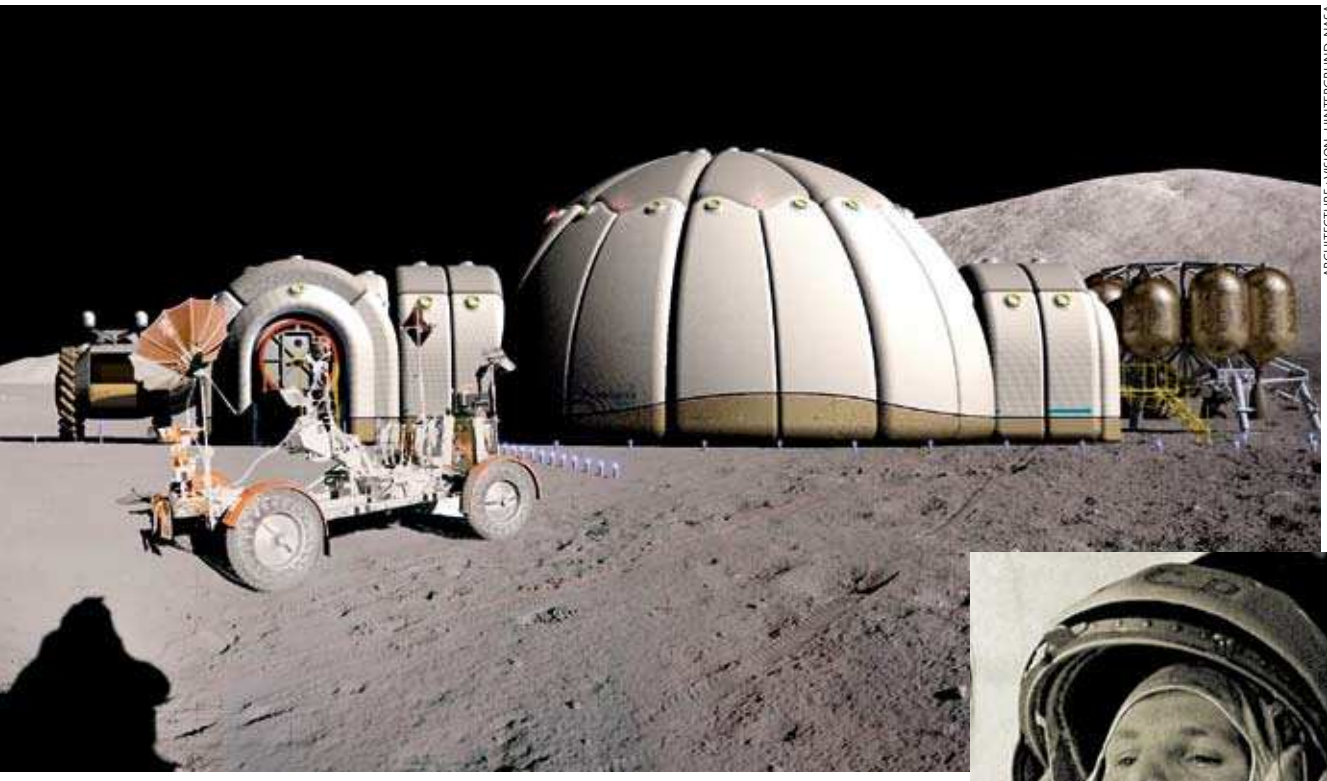
Spiele gegen den Frust

Eine Art Grundprogramm gegen Langeweile und soziale Isolation kommt auf der ISS bereits zum Einsatz – das so genannte Human Behavior Performance Program (HBP). Die dort angewandten Methoden mögen auf den ersten Blick trivial erscheinen, sind aber sehr effektiv: So steht eine Sammlung von Spielfilmen, Sportvideos und Musik zur Verfügung. Über eine private Homepage können die Astronauten Weltnachrichten und Neuigkeiten aus ihren Heimatstädten abrufen und zudem regelmäßig E-Mails verschicken und erhalten. Einmal in der Woche steht außerdem eine videogestützte Telefonstunde mit der Familie auf dem Plan.

Wichtiger Bestandteil des HBP ist zudem eine »private psychologische Konferenz«: Alle zwei Wochen hat jeder Astronaut per Funk die Möglichkeit zu einem zwanglosen Gespräch mit einem Psychologen. »Diese Konferenzen haben für die Astronauten eine Ventilfunktion«, erläutert Manzey. »Hier können sie über Dinge sprechen, die nerven oder belasten, und können so Spannungen loswerden, anstatt alles in sich hineinzufressen.« Für die Betreuer am Boden sind die Unterhaltungen ein wichtiges Instrument, um einen Eindruck von der Verfassung eines Astronauten zu bekommen – etwa, ob er überarbeitet ist oder unter Stimmungsschwankungen leidet.

»Der Erfolg dieser Gespräche hängt allerdings sehr stark von dem Vertrauensverhältnis zwischen dem Astronauten und dem Psychologen ab«, betont Manzey. »Die Astronauten müssen das Gefühl haben, eventuelle Probleme offen ansprechen zu können, ohne dass dadurch ihre Kompetenz und Professionalität in Frage gestellt wird.« Ist dies nicht der Fall, werden ernsthafte psychische Krisen oder Gruppenkonflikte schon mal heruntergespielt oder erst gar nicht eingestanden.

Damit die Betreuer auf der Erde den psychischen Zustand ihrer Schützlinge objektiv beurteilen können, entwickelten Ex-



ARCHITECTURE+VISION; HINTERGRUND: NASA

NASA

perten eine Reihe von Diagnosemethoden. Eine Möglichkeit, die von der russischen Raumfahrtagentur bereits seit den 1970er Jahren eingesetzt und noch immer intensiv genutzt wird, ist die Kommunikationsanalyse. Die Forscher achten etwa auf Länge und Inhalt der Konversationen, Sprechgeschwindigkeit, Anzahl der Pausen, Stimmhöhe oder Intonation: Zieht sich jemand zurück? Wird jemand ausgeschlossen? Wer zeigt auffällige Abweichungen vom üblichen Sprachprofil?

An anderen Ansätzen arbeiten derzeit einige amerikanische Wissenschaftler – etwa David Dinges, Psychologe an der University of Pennsylvania. Ein kameragestütztes Computersystem soll die individuelle Stressbelastung während anspruchsvoller Aufgaben an der Mimik erkennen. Das System registriert minimale Bewegungen der Augenbrauen- und Mundpartie und berechnet aus diesen Daten das Stressprofil.

Das Wohl der Astronauten beim Erfüllen ihrer verantwortungsvollen Aufgaben beschäftigt auch das Deutsche Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt. Bernd Johannes, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung für Luft- und Raumfahrtpsychologie des DLR in Hamburg, arbeitet mit seinen Kollegen seit mehreren Jahren an

Männer ohne Nerven

12. April 1961: Juri Gagarin (Bild oben) ist der erste Mensch im All. Der Flug dauert 108 Minuten.

Januar 1994 bis März 1995: Der russische Kosmonaut Walerij Poljakow arbeitet auf der Raumstation Mir. Mit 439 Tagen, 17 Stunden und 58 Minuten im Weltraum hält er den Rekord.

Durch den Betrieb von Raumstationen ist die Belastung der Astronauten und damit ihr Bedarf an psychologischer Betreuung gestiegen. Auf der Internationalen Raumstation ISS arbeiten heute Männer und Frauen aus vielen verschiedenen Ländern mit unterschiedlicher Berufsausbildung häufig für sechs oder mehr Monate.

Künftig werden die Aufenthalte im All wohl länger. Für das Jahr 2020 plant der amerikanische Präsident den Bau einer Mondstation und den ersten bemannten Flug zum Mars. Auch die Esa will bis zum Jahr 2030 die ersten Europäer auf den Roten Planeten schicken. Ob und wie gut solche Langzeitmissionen gelingen, hängt entscheidend von einem Faktor ab: der Psyche der Astronauten.

NASA (MISSION STS-121, PIERS SELLERS BEI AUSSENARBEITEN AN DER DISCOVERY, 12.7.2006)

Knochenjob im wahrsten Sinn: körperliche Belastungen von Astronauten

Ein Aufenthalt im All hinterlässt bei jedem Astronauten Spuren – sei er auch noch so fit und gut vorbereitet. Die plötzliche Schwerelosigkeit beschert vielen zunächst einmal die so genannte Raumkrankheit mit Schwindelgefühlen, Appetitlosigkeit, Übelkeit und Erbrechen. Nach zwei bis vier Tagen passt sich das Gehirn an die veränderten Umweltbedingungen an und lernt, die ungewohnten Sinnesreize korrekt zu verarbeiten.

Etwa die Hälfte der Astronauten bekommt in den ersten Tagen im Weltraum ein aufgedunsenes Gesicht – das »Puffy Face«. Denn trotz fehlender Schwerkraft pumpt der Körper weiterhin Blut in Richtung Kopf. Rund eineinhalb Liter Flüssigkeit wandern so aus den Beinen zusätzlich in den Oberkörper. Dies hat auch eine psychologische Nebenwirkung: Da die Mimik dadurch erstarrt, fehlt den Crewmitgliedern eine wichtige Informationsquelle über den Gefühlszustand des Gegenübers. Missverständnisse und Streitereien können die Folge sein.

Die langfristigen Veränderungen sind tief greifender. Je länger die Arbeit im All andauert, desto stärker reagiert der menschliche Körper auf die fehlende Schwerkraft. Schon nach 14 Tagen beginnt der Abbau von Muskel- und Knochenmasse. Um in Form zu bleiben, müssen Astronauten deshalb täglich ein bis zwei Stunden auf dem Laufband, dem Fahrradergometer oder am Expander trainieren.

einem speziellen Messgerät, das Anzeichen von körperlicher und psychischer Beanspruchung durch Angst, Schlafmangel oder Stress registriert – und zwar noch bevor die Überlastung den Betroffenen selbst bewusst wird. Anhand der Hirn- und der Magenaktivität, des Hautleitwerts, der Atemfrequenz und Veränderungen in der Stimme ermittelt der Computer, ob der Raumfahrer für seine anspruchsvolle Aufgabe noch leistungsfähig genug ist.

Neurolab 2000 heißt dieses System, das in den vergangenen vier Jahren bei Parabelflügen getestet wurde. Während dieser Sturzflüge im Jet lässt sich auch in der Erdatmosphäre kurzfristig ein Zustand der Schwerelosigkeit erzeugen. In Zusammenarbeit mit seinem russischen Kooperationspartner Wycheslav Salnitzki vom Moskauer Institut für Biomedizinische Probleme (IMBP) will Johannes das System im Herbst 2007 auf die Internationale Raumstation ISS bringen.

Einen kühlen Kopf bewahren

Dort stehen dann weitere Tests auf dem Programm, und zwar speziell beim heiklen Andocken des Transportraumschiffs an die Station. »Dieses Manöver muss unter bestimmten Bedingungen per Hand ausgeführt werden und ist äußerst anspruchsvoll«, erklärt Johannes. »Wenn ein Astronaut die Aufgabe zum ersten Mal allein bewältigen muss und der Erfolg der ganzen Mission dabei von ihm abhängt, schnellt der Stresslevel selbst bei gut trainierten Astronauten extrem in die Höhe.«

Kein Wunder, dass es hier in der Vergangenheit schon öfter zu brenzligen Situationen gekommen ist. Der bekannteste Vorfall: Im Jahr 1997 rammte das Transportraumschiff ein Modul der Raumstation Mir. Die Luft drohte aus der Station zu entweichen. Nur das Abschotten des gesamten Moduls für den Rest der Flugzeit rettete die Besatzung. Damit blieben aber auch wichtige wissenschaftliche Geräte unerreichbar.

Um ähnliche Ereignisse zu vermeiden, stellt sich die Frage: Welches Crewmitglied wird am ehesten einen klaren Kopf bewahren und die anstehende Aufgabe erfolgreich bewältigen? »Mit Hilfe des Neurolab 2000 können wir mit einer relativ hohen Trefferquote ermitteln, welcher der Astronauten gerade psychisch und physisch am stabilsten ist«, davon ist Johannes überzeugt. Für die Zukunft erhoffen sich die Forscher jedoch noch einiges mehr: So träumen sie davon, einen »Digital Friend« zu erschaffen – ein computergestütztes Expertensystem, das den Besatzungen als neutraler Freund und Ratgeber bei ihrer Entscheidungsfindung beisteht.

Crewmitglieder bewerten eine kritische Situation oft vollkommen anders als die Bodenkontrolle

»Ein Kardinalproblem bei längeren Weltraummissionen liegt darin, dass die Crewmitglieder eine kritische Situation erfahrungsgemäß meist anders beurteilen als die Bodenkontrolle«, sagt Johannes. »Durch die lange Isolation verschließen sich die Astronauten gegenüber Außenstehenden; ihre Sichtweisen und Handlungsoptionen sind zunehmend eingeschränkt, und das kann zu Fehleinschätzungen führen.« Bekommt die Besatzung Befehle von der Erde, führe das häufig zu Konflikten: Sie fühlt sich bevormundet und in ihrer Professionalität in Frage gestellt.

Ein »Digital Friend« würde individuelle Erfahrungen und Persönlichkeit mit einbeziehen. »Solch ein Expertensystem müsste mit umfassendem Wissen über jeden einzelnen Missionsteilnehmer gefüttert werden«, erläutert Johannes. Wie hat die betreffende Person ähnliche Situationen in der Vergangenheit gemeistert? Wo liegen ihre Stärken und Schwächen? Genießt sie aktuell Vertrauen innerhalb der Crew? »Könnte ein solcher ›Digital Friend‹ der Besatzung auf der Basis von Fakten und statistischen Berechnungen das Verhalten angeben, welches am ehesten zum Ziel führt, so würde das viele Konflikte im Keim ersticken.« <<

Fortsetzung folgt

***MILA HANKE** ist Diplompsychologin und hätte durchaus Lust, selbst einmal ins All zu fliegen – aber nur für ein paar Tage. Mehr dazu unter: astronomie-heute.de/artikel/894965*

RISIKO WELTRAUM

Zwei Tage auf der ISS ergeben dieselbe Strahlenbelastung wie ein Jahr auf der Erdoberfläche. Und Studien beweisen: Wer sich länger im Weltraum aufhält, hat auch ein höheres Krebsrisiko. Einige Weltraummediziner warnen allerdings vor Übertreibungen. »Die Astronauten sind sich des Risikos bewusst«, sagt Volker Damann von der Esa. Eine größere Gefahr als durch die Strahlenbelastung droht seiner Meinung nach bei einem Unfall, etwa bei einem Feuer an Bord. In jedem Fall: Wer ins All fliegt, lebt gefährlich ...

BRIEFE AUS DEM KOSMOS

Der Sciencefictionstreifen »Postcards from the Future« inszeniert das künftige Leben auf dem Mond, dem Mars und jenseits davon.

VON GUIDO MEYER

WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper

ALLE BILDER DES ARTIKELS MIT FRDL. GEN. VON ALAN CHAN, AUS DEM FILM »POSTCARDS FROM THE FUTURE«, 2007 (WWW.POSTCARDSFROMTHEFUTURE.NET)

Oft beschäftigt sich die Sciencefiction mit Dingen, die in ferner Zukunft liegen und die von der heutigen Wirklichkeit völlig losgelöst sind – sei es in der Literatur, auf der Leinwand oder in Fernsehserien. Nun aber wurde mit »Postcards from the Future« ein Kurzfilm vorgestellt, der die Sache anders angeht. Er zeichnet, ausgehend von gegenwärtigen Planungen, eine realistische Vision des Morgen.

Den Anstoß zu diesem Film gab die Politik. Im Januar 2004, ein Jahr nach dem Unglück der amerikanischen Raumfähre Columbia, hatte US-Präsident George W. Bush der Raumfahrtorganisation seines Landes neue Ziele vorgegeben. Zurück zum Mond, vorwärts zum Mars und auch zu Zielen jenseits davon – so lautete sein Auftrag an die Nasa.

Drei Jahre später reagiert nun also auch Hollywood auf diese Entwicklungen und liefert cineastische Ansichtskarten aus einer Zukunft, in der Bushs Vorgaben verwirklicht werden. Der Film handelt von dem Ingenieur Sean Evermann, der Videobotschaften aus dem All zur Erde schickt. Zu Beginn der Story erleben wir Evermanns Reise zum Mond und die Errichtung einer bemannten Lunarstation. Digital produzierte Effekte und Kulissen schaffen eine erstaunlich realistische Vision, die allerdings noch überzeugender gewesen wäre, wenn sich die Computeranimateure nicht eines spinnenförmigen Fantasieraumschiffs bedient hätten. Stattdessen hätten sie das Crew Exploration Vehicle (CEV) in Szene setzen sollen, dessen (realer) Erstflug in einigen Jahren erfolgen soll und von dem schon seit längerer Zeit Entwürfe vorliegen.

Sehr wirklichkeitsnah ist jedoch die Mondbasis dargestellt. Sie besteht aus tonnenförmigen Modulen, ähnlich den Segmenten der Internationalen Raumstation ISS, die zurzeit die Erde umrundet. Wie ein Stern wächst die Station vom lunaren Nordpol aus in alle Richtungen (Bild S. 48). Evermanns Aufgabe besteht darin, die Stromversorgung dieses Außenpostens aufzubauen.

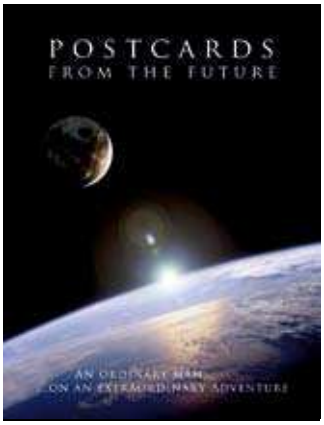
Von all diesen Dingen erfährt der Zuschauer jedoch nur indirekt, nämlich durch Evermanns Grußbotschaften zur Erde. Der Ingenieur berichtet darin vom Fortschritt auf der außerirdischen Baustelle, beschreibt Unglücksfälle in der Mondbasis, richtet aber auch persönliche Worte an seine Frau und an seine Kinder auf der Erde. Der Film verlangt die volle Aufmerksamkeit des Publikums, da er im Wesentlichen aus Monologen sowie kurzen Dialogen der Mannschaftsmitglieder besteht.

An einigen Stellen zeigt der Streifen zwei Personen in Raumanzügen auf dem Mond, die mit einem Bodenfahrzeug die Gegend erkunden. Leider ist auch bei diesen Szenen die Realität etwas zu kurz gekommen: Warum die Raumfahrer auf dem Erdtrabanten völlig normal herumspazieren können und nicht hüpfen wie die Apollo-Astronauten, lässt sich nicht nachvollziehen.

»Postcards from the Future« ist im Wesentlichen eine Einzelleistung des amerikanischen Regisseurs Alan Chan, der auf Filmeffekte spezialisiert ist und zuvor an Produktionen wie »Titanic« und »Der Herr der Ringe« mitgearbeitet hat. Die Drehabeiten mit den Darstellern waren in drei Tagen abgeschlossen und wurden vor einem einfarbigen Hintergrund, einem »Greenscreen«, aufgenommen. Alles andere haben die Filmemacher digital hinzugefügt. Darüber, wann die Handlung spielen soll, schweigt sich der Streifen bewusst aus. Dass jedoch in den vierzig Minuten Spieldauer etwa ebenso viele Filmjahre vergehen, sieht man am Alterungsprozess der Hauptperson.

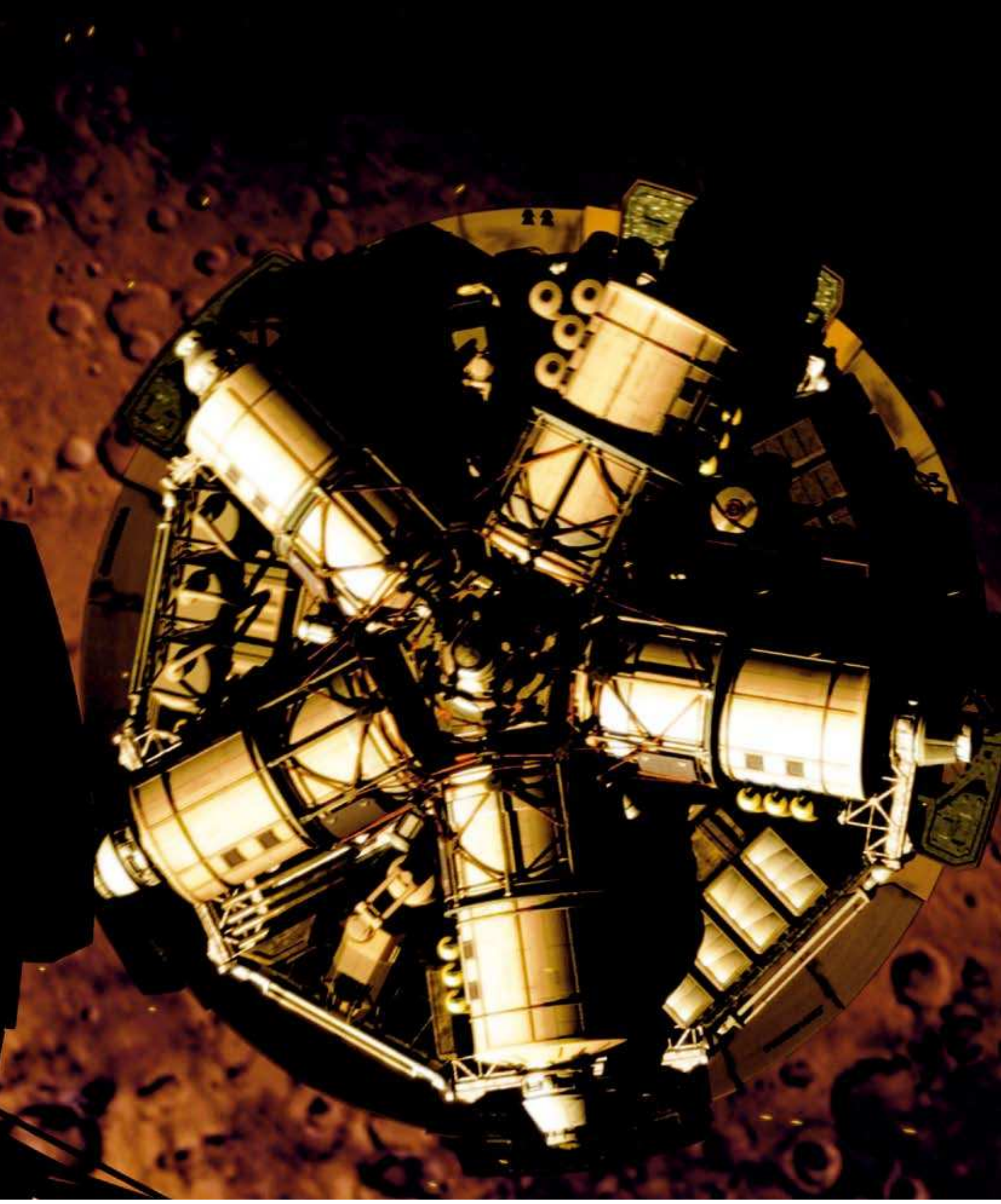
Nach dem Bau der Mondbasis folgt bald der nächste Schritt, die erste Mission der Menschheit zum Mars. Auch hier werden die bewährten Dienste Evermanns wieder in Anspruch genommen – der Mann kommt eben rum im Sonnensystem. Erneut macht sich ein futuristisches Riesenraumschiff auf den Weg und auf dem Roten Planeten entsteht alsbald eine Basis ganz ähnlich der Mondstation.

Die Raumfahrer spazieren in dem Film völlig normal über den Mond, obwohl sie eigentlich hüpfen müssten



FILMINFOS

- **Titel:** Postcards from the Future
- **Genre:** Kurzfilm / Sciencefiction
- **Regie:** Alan Chan
- **Darsteller:** Robb Hughes, Cori Bright, Freddie Johnson, Denise Gosset, Kristin Pfeifer u. a.
- **Länge:** 38 Minuten
- **Produktionsfirma:** Mahalo Bay Films



Klar zur Landung! In »Postcards from the Future« besiedeln die Menschen den Mond und den Mars.

Auch diese Mission läuft nicht ohne Probleme ab. Als hysterischer Gegenpol zu Evermanns besonnenen Videobotschaften informiert uns der fiktive Sender GNN (Global News Network) über ein Unglück an Bord des Marsraumschiffs – Ähnlichkeiten zu existierenden Nachrichtensendern sind durchaus beabsichtigt. Damit dürfte der Film die Wirklichkeit der nächsten Jahrzehnte einigermaßen realistisch abbilden, denn beim Bau einer Siedlung auf dem Mond oder während eines dreijährigen Flugs zum Mars werden sich Unfälle kaum vermeiden lassen. Private Raumfahrtfirmen werden von ihren Kunden voraussichtlich einen Haftungsausschluss für den Unglücksfall unterschreiben lassen (siehe S. 20).

Doch so wie die Nasa nach den Katastrophen um ihre beiden Spaceshuttles Challenger und Columbia weitergemacht hat, so lassen sich auch die Menschen in »Postcards from the Future« nicht abschrecken: Sie stoßen in die Gefilde jenseits des Mars vor und fliegen in Richtung Saturn. Arthur C. Clarkes »2001« lässt grüßen. Mit diesem Schritt verlassen die Erdenbürger erstmals ihre nähere kosmische Heimat und wagen den Schritt ins äußere Sonnensystem, ins Reich der Riesenplaneten. Da sie auf denen nicht landen können, wählen sie einen Saturntrabanten zum Ziel: Titan, den zweitgrößten Mond unseres Sonnensystems und den einzigen mit einer dichten Atmosphäre (siehe S. 30). »Postcards from Titan« heißt denn auch die letzte Grußbotschaft aus der Zukunft. Und wer Vater und Tochter Evermann auf dem rostroten Titan stehen sieht, am Himmel vor sich den riesigen Ringplaneten Saturn, der kann sich keine schöneren Postkarten vorstellen – eine Zukunft, die hoffentlich irgendwann Realität wird. <<

Beim Bau einer Mondbasis oder während eines Flugs zum Mars werden sich Unfälle kaum vermeiden lassen

GUIDO MEYER *sah den Film auf einer Weltraumkonferenz in den USA.*
Mehr zu diesem Thema unter: astronomie-heute.de/artikel/895114

So sieht sie aus, die Mondbasis der Zukunft – zumindest in der Fantasie der Filmemacher. Sie wächst vom lunaren Nordpol aus wie ein Stern in alle Richtungen. Die Wohnlage mag exquisit sein, aber Spaziergänge im Freien sind nur mit Schutzanzug möglich.

IN DER GRENZZONE

Neue Aufnahmen der europäischen Sonde Mars Express vermitteln Eindrücke von einer hochinteressanten Region auf unserem Nachbarplaneten.

VON FRANK SCHUBERT

WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper

Tiefe Täler kennzeichnen die Marslandschaft Aeolis Mensae.

ALLE AUFNAHMEN: ESA / DLR / FU BERLIN, GERHARD NEUKUM

Der Mars hat zwei verschiedene Gesichter. Auf seiner nördlichen Halbkugel überwiegen Tiefländer mit flachen, sand- und staubbedeckten Ebenen. Auf der südlichen Halbkugel dominieren Hochländer, die sich im Durchschnitt sechs Kilometer über die nördlichen Ebenen erheben. Eine Übergangszone, die kreisförmig um den Planeten läuft und etwa vierzig Grad gegen den Marsäquator geneigt ist, trennt die beiden Hemisphären voneinander.

Neue Aufnahmen der europäischen Sonde Mars Express enthüllen jetzt interessante Details aus diesem Grenzgebiet. Die Fotos bilden zwei Marslandschaften ab: Aeolis Mensae und Deuteronilus Mensae. Beide liegen im besagten Übergangsgürtel.

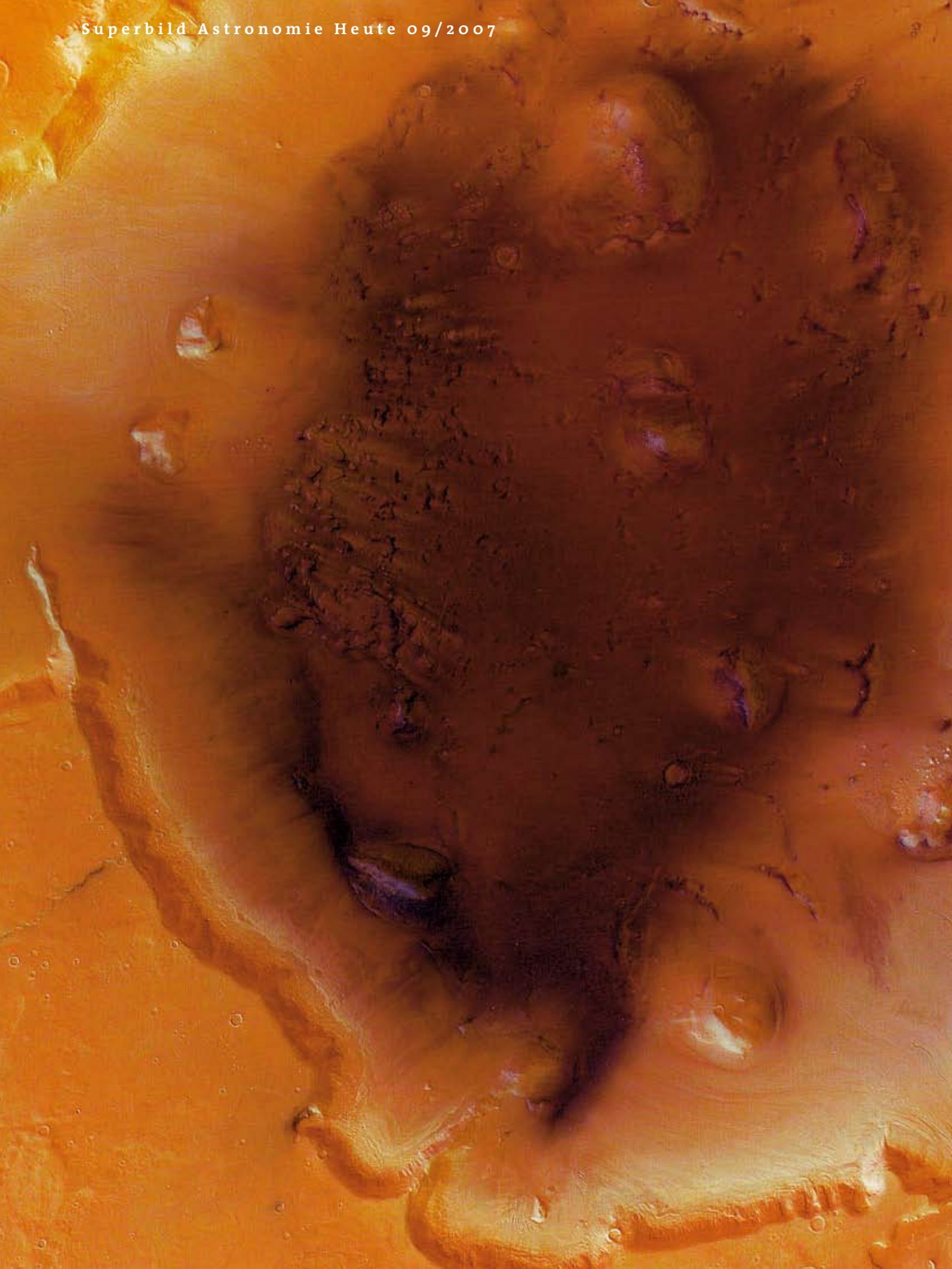
Aeolis Mensae befindet sich in der Nähe des Marsäquators, auf sechs Grad südlicher Breite und 145 Grad östlicher Länge. Die Aufnahmen von diesem Gebiet zeigen 2500 Meter tiefe Täler, die zum Teil senkrecht zueinander verlaufen. »Es handelt sich vermutlich um große Brüche, die durch Bewegungen in der Marskruste entstanden«, sagt Gerhard Neukum, Planetologe an der Freien Universität Berlin und leitender Wissenschaftler des Kameraexperiments auf Mars Express.

Auf dem Grund der Schluchten sind Streifen zu erkennen, die senkrecht zur Talrichtung verlaufen. Über ihre Herkunft spekulieren die Forscher noch, aber manches deutet darauf hin, dass es sich um »Yardangs« handelt – lange Grate mit scharfen Rücken, die der Wind in unvorstellbar langen Zeiträumen aus dem Boden gemeißelt hat. Vermutlich sind sie sehr alt, wie Neukum darlegt: »Die Yardangs kön-

GESPALTENES WESEN

Für die Zweiteilung des Mars in nördliche Tief- und südliche Hochländer gibt es verschiedene Erklärungen. Sie könnte von früheren Umwälzungsprozessen im Innern des Planeten verursacht worden sein oder auf einen gewaltigen Meteoriteneinschlag zurückgehen. Derzeit erscheint die erste Variante als die wahrscheinlichere.

Deuteronilus Mensae ist eine Region, die durch Wassereis geformt wurde. In der hier dargestellten, etwa 110 Kilometer durchmessenden Senke wanderten vor langer Zeit Gletscher die Hänge hinab. Ihre Spuren haben sich bis heute erhalten – als Fließstrukturen im Boden.



Deuteronilus Mensae auf dem Mars (39° Nord, 23° Ost)

nen nicht in neuerer Zeit entstanden sein, weil sie quer zur Grabenrichtung orientiert sind, der Wind in tiefen Schluchten aber immer längs des Tals weht.«

Wahrscheinlich, so der Planetologe, hätten sich die Grate schon vor Ewigkeiten herausgebildet und seien zwischenzeitlich von kilometerhohen Sedimentschichten bedeckt gewesen. Nun, da die Erosion diese Schichten langsam abtrage, tauchten die uralten Strukturen wieder auf. Sie verlaufen hauptsächlich von Südost nach Nordwest und zeigen damit die bevorzugte Richtung der Winde an, die sie einst formten. Auch auf der Erde gibt es Yardangs – in Wüstengebieten, wo die Landschaft hauptsächlich vom Wind geprägt wird.

Viel weiter im Norden liegt Deuteronilus Mensae, eine Marslandschaft am Rand der Hochlandregion Arabia Terra, auf 39 Grad nördlicher Breite und 23 Grad östlicher Länge. Mars Express hat in diesem Gebiet eine große Senke abgelichtet, die ungefähr zwei Kilometer tief ist und 110 Kilometer durchmisst (Superbild S. 50/51 und Ausschnitt rechts). Das Innere des Beckens ist dunkel getönt – in auffälligem Gegensatz zu den umgebenden Flächen.

Rings um die Senke fallen Täler auf, die 800 bis 1200 Meter tief sind. Die meisten Forscher glauben, dass große Wassermassen – wahrscheinlich geschmolzenes Eis – diese Schluchten einst ausspülten. Einmal an der Oberfläche, gefror das Wasser rasch und bewegte sich dann in Form von Gletschern in die große Vertiefung hinein.

An manchen Stellen im Becken kann man Erhöhungen sehen. Das sind wohl Oberflächenstrukturen, die sich den vordringenden Gletschern widersetzten und von ihnen umströmt wurden. Heute ragen sie wie Inseln vom Grund der Senke empor.

Der Mars hat in seiner Vergangenheit offenbar viele Überflutungen erlebt. Möglicherweise wurden sie von aufsteigendem Magma oder von Meteoriteneinschlägen ausgelöst, bei denen große Mengen Grundwasser schmolzen und zur Oberfläche durchbrachen. »Wir sehen heute uralte Kanäle auf dem Mars, in denen vor 3,5 Milliarden Jahren sehr viel Wasser geflossen sein muss«, sagt Neukum, »es war aber vermutlich nicht klar wie in den irdischen Ozeanen, sondern eher schlammig trübe.«

Wahrscheinlich hat es auf dem Roten Planeten auch einmal einen Ozean gegeben. Die Forscher glauben, er habe große Teile der nördlichen Tiefebenen bedeckt. Es sei anzunehmen, so Neukum, dass viele von den Ausflusskanälen dieses Meer einst mit Wasser versorgten. »Bei dem Ozean handelte es sich aber eher um eine gigantische Moderpfütze als um eine glitzernde See«, beschreibt der Planetologe.

Wo ist das ganze Nass heute hin? Vermutlich schlummert es unter der Oberfläche des Planeten. »Wasser gibt es auf dem Mars eigentlich massenhaft, selbst in den Äquatorgebieten«, erzählt Neukum, »nur eben nicht in Form von offenen Gewässern, sondern einige Dezimeter oder Meter tief im Boden.« Die letzten großen Ausfluss-Ereignisse auf unserem Nachbarplaneten habe es vor dreieinhalb Milliarden Jahren gegeben.

Schon vor 3,5 Milliarden Jahren konnte flüssiges Wasser auf der Oberfläche des Mars nicht dauerhaft existieren

Auf der Marsoberfläche kann flüssiges Wasser nicht lange existieren. Wegen des geringen Atmosphärendrucks kocht es schon bei wenigen Grad über Null und verdampft. Deshalb ist die oberste Bodenschicht auf dem Planeten staubtrocken.

Manches, so Neukum, deute darauf hin, dass die Atmosphäre des Roten Planeten schon vor 3,5 Milliarden Jahren nicht viel dichter war als heute. Der Mars habe von Anfang an nur eine dünne Gashülle besessen und obendrein das meiste davon bald wieder verloren – nämlich kurz nach dem Zusammenbruch seines Magnetfelds vor 3,9 Milliarden Jahren. Das würde bedeuten, dass das feuchte Element auf seiner Oberfläche schon damals nicht überdauern konnte. »Ich bin mir nicht sicher, ob wirklich so viel Wasser vom Mars ins All entwich, wie manchmal spekuliert wird«, sagt Neukum, »wahrscheinlicher ist, dass das meiste Wasser schon frühzeitig in den Untergrund gesickert ist.« <<

FRANK SCHUBERT *ist ständiger Mitarbeiter bei* ***astronomie heute****.*

Mehr zu diesem Artikel unter astronomie-heute.de/artikel/895112

Detailaufnahme von Deuteronilus Mensae: Der Boden sieht aus wie ein sandiges Bachbett und tatsächlich war er einst überflutet.

AUF ZUM MARS!

Alle zwei Jahre stehen Erde und Mars so zueinander, dass die Konstellation für Missionen zum Roten Planeten günstig ist. Der Flug zu unserem kosmischen Nachbarn kann dann mit relativ wenig Energieaufwand und in verhältnismäßig kurzer Zeit bewältigt werden. Diese Gelegenheit lässt sich die Nasa selten entgehen und schickt alle 24 Monate eine neue Sonde zum Mars. Im August entsendet sie das Raumschiff Phoenix, das – als erste Landeeinheit überhaupt – am Marsnordpol aufsetzen soll.

Phoenix ist der Name eines mythologischen Vogels, der verbrennt und aus seiner Asche wieder neu ersteht. Ganz ähnlich steigt auch die Mission Phoenix aus der Asche ihrer Vorgängerprojekte auf. Der »Mars Polar Lander« der Nasa sollte 1999 am Südpol unseres Nachbarplaneten aufsetzen, ging aber während des Abstiegs verloren. Daraufhin baute die Nasa eine weitere Landeeinheit, den »Mars Surveyor Lander 2001«, gar nicht erst zu Ende. Doch nach den erfolgreichen Marsmissionen der letzten Jahre – darunter die Bodenfahrzeuge Spirit und Opportunity sowie die Sonden Mars Odyssey und Mars Reconnaissance Orbiter – wurden die Karten neu gemischt. Aus Teilen der beiden früheren Mars-Landemissionen haben Ingenieure der Nasa und der University of Arizona in Tucson nun Phoenix gebaut.

»Wir wollen in der Permafrost-Region nahe des Nordpols landen, die im Winter vereist und im Sommer eisfrei ist«, sagt Douglas McCuistion, Direktor des Marsforschungsprogramms der Nasa. Phoenix solle zwischen 65 und 75 Grad nördlicher Breite aufsetzen. »Wir sind an einer Gegend interessiert, wo es sowohl Eis als auch Staub gibt«, erläutert der Amerikaner«, wir sprechen dabei von schmutzigem Eis.«

Phoenix wird an einer festen Stelle stehen und nicht umherfahren können. Die Landeeinheit ist die erste überhaupt, die die Polregionen des Mars besucht. Ihre Mission besteht hauptsächlich darin, nach Wasser und nach Leben zu fahnden. »Das wichtigste Indiz, wenn man nach Leben sucht, ist flüssiges Wasser«, betont Peter Smith von der University of Arizona, Chefwissenschaftler von Phoenix. Heute sei das Nass an den Polkappen zwar gefroren. Aber früher könne sich durch Drehbewegungen des Mars dessen Klima vorübergehend so verändert haben, dass das Eis schmolz. Die Wissenschaftler suchen nun nach Hinweisen auf solche ehemaligen klimatischen Schwankungen.

Leben in Etappen

Planetenwissenschaftler halten es für möglich, dass die Pole des Roten Planeten einst in Richtung Sonne ausgerichtet waren, sodass das Wasser an seiner Oberfläche bis zu einer Bodentiefe von einem halben Meter flüssig war. Mit Hilfe eines zwei Meter langen Roboterarms soll Phoenix bis in diese Tiefe bohren, von dort Proben entnehmen und vor Ort untersuchen.

»Manche Mikroorganismen können sich in eine Art Winterschlaf begeben und darin mehrere hunderttausend Jahre lang überleben«, erläutert Smith (AH 6/2007, S. 36). Allerdings wisse niemand genau, wie lange sich dieser Überdauerungszustand aufrecht erhalten lasse. In feuchten Zeiten könnten die Mikroorganismen auf dem Mars erwacht sein und sich vermehrt haben. Sobald die Bedingungen wieder schlechter wurden, hätten sie sich womöglich wieder in den Winterschlaf begeben, bis fünfzig- oder hunderttausend Jahre später die nächste Feuchtperiode kam.

NASA, JPL, CORBY WASTE

Während die Nasa ihre Landeeinheit Phoenix zum Roten Planeten schickt, denken Astronomen schon an bemannte Flüge zu seinen Monden Phobos und Deimos.

>> GUIDO MEYER

Nein, es ist keine Bohrinsel und kein Baufahrzeug: Was Sie hier sehen, ist die Landeeinheit Phoenix der Nasa. Wenn alles klappt, gräbt sie ab Mitte 2008 im Marsstaub und sucht nach Wasser und Leben.

WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper

NASA, JPL, CORBY WASTE

LANDEEINHEIT PHOENIX

- **Höhe bis Spitze des Masts:** 2,2 Meter
- **Spannweite der Solarzellenflügel:** 5,5 Meter
- **Länge des Roboterarms:** 2,35 Meter
- **Masse:** 350 Kilogramm
- **Energieversorgung:** Solarzellen und Lithium-Ionen-Batterien
- **55 Kilogramm wissenschaftliche Instrumente**, darunter: Roboterarm mit Kamera, 3-D-Kamera für Panoramafotos von der Umgebung, Wetterstation, Mikroskope, chemische Analysegeräte

ESA / DLR / FU BERLIN, GERHARD NEUKUM

Der Marsmond Phobos durchmisst etwa zwanzig Kilometer. Wird er künftigen Marsraumfahrern als Basis dienen?

Leben im gefrorenen Marsboden halten Astrobiologen für wahrscheinlicher als solches auf der Oberfläche des Planeten. Denn im Boden wären die Organismen besser vor der Strahlung aus dem Kosmos geschützt. Phoenix soll Proben aus dem schmutzigen Eis entnehmen und chemisch analysieren. »Wenn Wasserdampf aus dem Boden aufsteigt«, erklärt Smith, »bleiben dort bestimmte Salze zurück.« Fänden die Forscher solche Salze im Marsstaub, dann wäre das ein Hinweis darauf, dass es hier einst Wasser gab.

Wenn Phoenix im Mai 2008 an seinem Ziel ankommt, beginnt auf der nördlichen Marshalbkugel der Sommer. Die Sonne bescheint die Solarzellen der Sonde dann drei Monate lang so intensiv, dass diese ausreichend Strom für das Labor produzieren. Phoenix startet an Bord einer Delta-II-Rakete, die bis Ende August abheben muss. Falls der Start bis dahin nicht erfolgt ist, muss die Nasa zwei Jahre warten, bis Erde und Mars wieder günstig zueinander stehen.

Unser Nachbarplanet hat zwei kleine, kartoffelförmige Monde: Phobos und Deimos. Für die bisherigen Missionen haben sie keine große Rolle gespielt. Das könnte sich jedoch im Zuge eines künftigen bemannten Marsflugs ändern. »Auf Phobos verlaufen Krater in alle möglichen Richtungen«, beschreibt Pascal Lee vom Ames Research Center der Nasa in ARC Moffet Field, Kalifornien, »daraus resultieren einige überraschende Effekte.« Manche Einschlagkrater dort würden zum Beispiel vom Gravitationszentrum wegweisen – und nicht darauf hin, wie wir es von anderen Himmelskörpern kennen. Astronauten würden in diesen Kratern die Wände hinaufrollen, wenn sie stürzen.

Phobos, der etwa die Ausmaße einer Großstadt hat, kreist so eng um den Mars, dass er ihn alle siebeneinhalb Stunden einmal umrundet – das ist schneller, als der Planet selbst rotiert. Lange hält Phobos dieses exzessive Tempo auf der Überholspur nicht mehr durch: In etwa fünfzig Millionen Jahren wird er auf den Mars stürzen, das ist in kosmischen Maßstäben ein Wimpernschlag. Höchste Zeit also für einen Besuch. »Menschen sollten möglichst bald zu Phobos fliegen«, dafür plädiert Lee, der auch für das internationale Mars Institute arbeitet.

Eine solche Reise sei im Prinzip mit den gleichen Raumschiffen möglich, die im nächsten Jahrzehnt Menschen zum Mond bringen sollen. Sie müssten nur ein wenig weiterentwickelt werden, aber keine grundsätzlichen Änderungen erfahren, so der US-Astronom. Wegen seines geringen Abstands zum Mars führt Phobos eine gebundene Rotation durch, wendet dem Planeten also immer dieselbe Seite zu. Somit könnte er den Raumfahrern als natürliche Raumstation und ideales Marsobservatorium dienen. Bodenfahrzeuge auf dem Mars lie-

Deimos ist mit etwa zwölf Kilometer Durchmesser noch kleiner als Phobos. Seine Oberfläche ist sehr unregelmäßig.

NASA

ßen sich von Phobos aus fast in Echtzeit steuern. Und wahrscheinlich gibt es auf dem Trabanten auch Material vom Planeten selbst – in Form von Meteoriten.

Und da ist noch ein Grund für eine Reise zu Phobos: seine geringe Anziehungskraft. »Wenn Sie etwas zum Erdmond transportieren«, erläutert Lee, »müssen sie es nicht nur auf die Reise schicken, sondern vor Erreichen des Ziels auch stark abbremsen, weil es sonst hart aufschlagen würde.« Phobos' Schwerefeld sei viel schwächer und erfordere keine aufwändigen Bremsmanöver. Raumschiffe, die dorthin fliegen, könnten ihr Tempo ausreichend drosseln, indem sie kurzzeitig durch die Marsatmosphäre fliegen. Sie bräuchten kaum Treibstoff zum Bremsen. »Es ist billiger, ein Kilo Ausrüstung zu Phobos zu schicken als zum Erdmond«, so Lee.

Auch der Rückflug wäre unkompliziert. Die Anziehungskraft des Monds ist so klein, dass sich Astronauten schon mit relativ geringer Geschwindigkeit aus seinem Schwerefeld lösen können und deshalb keine großen Treibstoffreserven benötigen.

Bevor jedoch Menschen ihren Fuß auf die Marsmonde setzen, kommen die Roboter. Russland und China entwickeln derzeit die Mission Phobos-Grunt. »Wir wollen eine Bodenprobe von Phobos zur Erde bringen, um sie hier zu untersuchen«, sagt Wladimir Obuchow vom russischen Forschungsinstitut Riame in Moskau zum Ziel der ehrgeizigen Mission. Dazu soll eine zweistufige Landeeinheit auf dem Mond aufsetzen. Ihre erste Stufe wird Staub und Gestein aufsammeln und anschließend in der zweiten Stufe, der Aufstiegskapsel, deponieren, die dann zurückfliegt. »Wir hoffen, etwa dreihundert Gramm Phobosmaterial einzusammeln«, erläutert Obuchow. Die Mission soll 2011 starten.

Derweil planen auch andere Nationen unbemannte Flüge zu Phobos. Die kanadische Weltraumorganisation CSA entwickelt die Mission Prime, die aus zwei Sonden besteht: Eine soll den Marsmond aus einer Umlaufbahn heraus kartografieren, die andere auf ihm landen. Und die Nasa will ihre Raumsonde Asaph zu Phobos schicken, damit sie dort nach Wasser sucht – als Grundlage für künftige bemannte Missionen. <<

Der Mond Phobos – eine ideale Raumstation für Marsastronauten?

GUIDO MEYER *arbeitet als Wissenschaftsjournalist in Bonn.*

Weiteres zu diesem Artikel finden Sie unter: astronomie-heute.de/artikel/895484.

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer

NEU: 20x80 Groß-Fernglas mit Panorama-Montierung und Stativ - *jetzt nur € 799,00!*

Preis-Reduzierung!

Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Fraunhoferstraße 14
D-82152 MÜNCHEN-Martinsried
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

»STAR WARS ist keine Sciencefiction«

Am 14. Mai wurde Herbert W. Franke achtzig Jahre alt. **astronomie heute** sprach mit dem bekannten SF-Autor über seine Arbeit.

VON STEPHANIE HÜGLER

Klein, drahtig, aufrechter Gang, lebhafte, wache, ein wenig stechende Augen. Herbert W. Franke bewegt sich schnell und geschickt durch das Karlsruher Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM), spricht mit den Verantwortlichen, findet einen Raum für unser Interview.

Als den prominentesten deutsch schreibenden Autoren dieses Genres bezeichnete ihn »Die Zeit«. Sein derzeitiger Verlag dtv zieht Parallelen zu Philip K. Dick und Stanislaw Lem (siehe AH 6/2006, S. 50). Franke ist Mitglied des PEN-Clubs und hat für seine Romane wie »Gedankennetz«, »Orchideenkäfig« oder »Zone Null« mehrere Preise erhalten, in diesem Jahr etwa den Kurd-Laßwitz-Preis für »Spur des Engels«. Doch nicht nur das.

Ein Experte auf vielen Gebieten

Franke hat Physik studiert. Und Chemie. Und Mathematik. Und Psychologie. Und Philosophie. Nebenbei erforscht er Tropfsteinhöhlen und macht Computerkunst.

Wie ist das möglich? In einem Alter von achtzig Jahren, in dem andere nur noch vor dem Fernseher sitzen oder sich gedanklich mit der Vergangenheit beschäftigen, reist dieser Mann in seiner Fantasie in die Zukunft und tanzt als Hansdampf in allen Gassen auf so vielen Hochzeiten, wie es die wenigsten Dreißigjährigen vermögen. »Woher nimmt dieser Mann seine Energie?«, frage ich mich.

In Wien geboren, kam Herbert W. Franke bereits in seiner Kindheit auf die Sciencefiction. Sein Vater hatte eine Zeitschrift für Hobbyastronomen abonniert, in der es einen Fortsetzungsroman gab, der auf dem Mars spielte. Aus der städtischen Leihbibliothek verschlang er alles, was in diese Richtung ging, einschließlich der damals verbotenen »Prager Phantasten« rund um Franz Kafka.

Als Student, so erzählt er, begann er schließlich, kleine Texte und Gedichte selbst zu schreiben. »Gott sei Dank wurden meine ersten Geschichten nicht publiziert«, sagt der Autor lachend und in seinen Augen blitzt der Schalk. Mehrere Gedichte reichte er bei einer österreichischen Kulturzeitschrift ein. Doch der Verleger winkte ab: Mit Gedichten sei nicht viel zu holen. Schließlich ließ Franke sich überzeugen, Sachartikel über Zukunftsthemen zu schreiben.

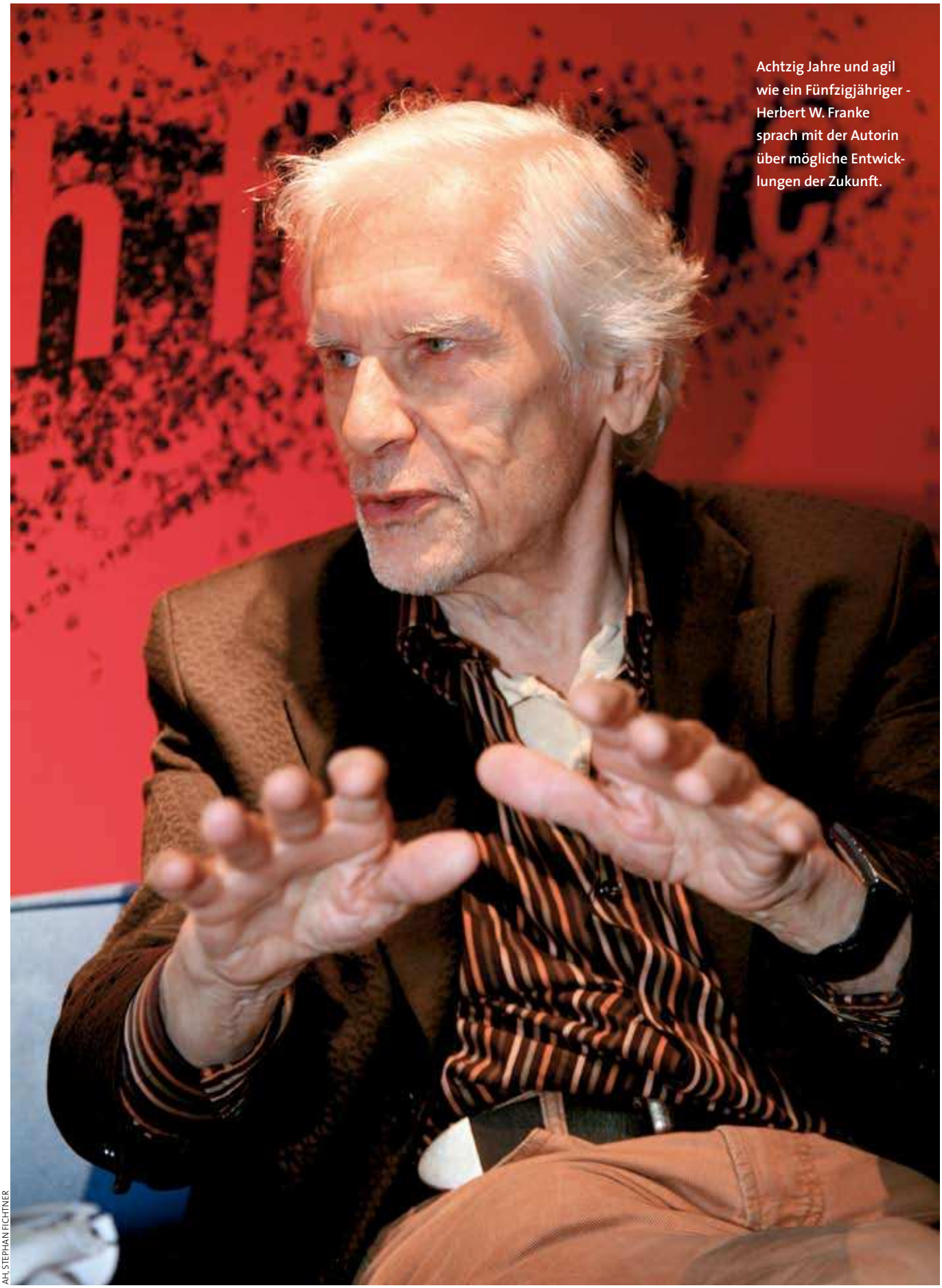
Dass der bekannte Sciencefictionschreiber doch noch zur Belletristik kam, verdankt er einer weiteren Verlegerpersönlichkeit: Wilhelm Goldmann. »Goldmann sprach damals voller Begeisterung von einer neuen Literaturgattung aus Amerika

HERBERT W. FRANKE

ZUKUNFTSVISION

Wird so die künftige Architektur aussehen? Herbert W. Franke schreibt nicht nur Sciencefictionromane, sondern blickt auch als bildender Künstler mit viel Fantasie in die Zukunft.

WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper



Achtzig Jahre und agil wie ein Fünfzigjähriger - Herbert W. Franke sprach mit der Autorin über mögliche Entwicklungen der Zukunft.

AH: STEPHAN FICHTNER

AH, STEPHAN FICHTNER

Wie greifbar ist die Zukunft? Herbert W. Franke scheint es zu wissen.

»Ich bin ein Langschläfer. Ich arbeite gern in der Nacht«

namens Sciencefiction«, erzählt der Achtzigjährige. Gemeinsam mit Franke plante der Begründer des gleichnamigen Verlags eine achtbändige SF-Reihe von amerikanischen Autoren. »Beim achten Band kam es jedoch plötzlich zu einem Engpass«, so Franke. Zu diesem Zeitpunkt fragte ihn Goldmann, ob er nicht selbst einige Geschichten beisteuern könne. Er habe damals nur fünf oder sechs Erzählungen auf Lager gehabt, erinnert er sich, wollte sich aber eine solche Chance nicht entgehen lassen. Also schrieb er schnell noch sechzig weitere, die schließlich im Band »Der grüne Komet« erschienen.

Das Besondere an allen Büchern Frankes: Er verknüpft naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit fiktiven Szenarios. Stets spürt der Leser den Physiker hinter dem Geschichtenerzähler. Als nüchtern und sachlich bezeichnet der Autor selbst seine Art zu schreiben. An der Kunst- und Architekturschule des Bauhauses habe er sich stilistisch orientiert: schnörkellos und zweckmäßig ist daher seine Arbeitsweise. Er arbeite gern kontinuierlich und diszipliniert an einer Sache, erläutert der Autor. »Ich bin zwar ein Langschläfer, arbeite aber gerne in der Nacht.« Eine Kiste mit Zetteln, auf denen er seine Ideen notiert, dient ihm als Fundus.

Was macht einen guten Zukunftsroman für Franke aus? Es gibt einen wesentlichen Unterschied zwischen normaler Unterhaltungsliteratur und der Sciencefiction, meint Franke: Letztere muss auf mehreren Ebenen zu lesen sein – der unterhaltsamen, de informativen und der literarischen. Sciencefiction führt neben den altbekannten neue Konflikten in die Literatur ein, zum Beispiel zwischen Klonen, zwischen Menschen und Außerirdischen, zwischen Menschen und Robotern.

Roboter – Produkt des Menschen

Ein guter SF-Roman zeigt auch neuartige Situationen, die sich durch das technische Handeln ergeben, so das Credo des Schriftstellers. »Star Wars zum Beispiel ist eigentlich keine Sciencefiction. Der Regisseur hat nur die Kulisse gewechselt. Dort werden irdische Probleme einfach in eine andere Umgebung verpflanzt«, sagt der Doyen der deutschen Sciencefiction. »Mich interessiert zum Beispiel, was passiert, wenn wir einer künstlichen Intelligenz begegnen, die uns überlegen ist.«

Auf der Erde allerdings, glaubt der Schriftsteller, wird es vorerst nicht zu derartigen unheimlichen Begegnungen kommen. Ein Roboter, so Franke, sei stets das Produkt des Menschen, der ihn ersonnen hat. Dass solch ein künstlicher Gehilfe seinen Erfinder hinsichtlich der Intelligenz übertreffe, hält er für wahrscheinlich. »Die Intelligenz von Robotern wird in absehbarer Zeit jene des Menschen übertreffen«, sagt Franke, »aber ihr Wertesystem wird

unseres sein.« Allerdings glaubt der Visionär auch, dass die Grenze zwischen Mensch und Maschine durchlässiger wird. Eines Tages werde es möglich sein, menschliche Gehirne mit künstlicher Intelligenz zu kombinieren und über neue Kanäle Daten auszutauschen. »Mit Hilfe des Computers lassen sich große Datenmengen leichter verarbeiten und schneller Schlüsse ziehen. Dadurch werden wir eine höhere Stufe der Problembewältigung erreichen.«

Mittlerweile hat Franke 45 Bücher publiziert, davon zwanzig Sciencfiction. Sein neuestes spielt auf dem Mars: Eine achtköpfige Gruppe muss sich auf dem Roten Planeten durchschlagen (siehe Kasten rechts).

Kleiner Triumph

Dabei stößt sie auch auf Höhlen – ein aktuelles Thema, sind doch Wissenschaftler von der Northern Arizona University in Flagstaff erst im Mai mit Hilfe der Wärmekamera »Thermis« an Bord der US-Sonde »Mars Odyssey« erstmals auf solche unterirdischen Hohlräume auf dem Roten Planeten gestoßen. Für den passionierten Höhlenforscher Herbert W. Franke war dies keine Überraschung. Schon Ende der 1990er hatte er die Existenz von Höhlen in den Lavafeldern des Mars vorhergesagt und Artikel darüber verfasst. Dass Wissenschaftler nun genau das gefunden haben, was er schon lange vermutet hat, ist für ihn ein kleiner Triumph. »Dort nach Spuren von Leben zu suchen ist am Vielversprechendsten«, so Franke. Unterhalb der Marsoberfläche wäre Leben vor der starken UV-Strahlung besser geschützt und auch Raumfahrern könnten Höhlen als natürliche Schutzräume für künftige Marshabitate dienen.

Was sind Frankes Projekte für die Zukunft? Nachdem er sich lange mit seinem letzten Buch beschäftigt hat, hat er nun Lust auf etwas anderes. In Bad Tölz läuft von August bis Oktober sein Marionettentheater »Der Kristallplanet«. <<

STEPHANIE HÜGLER *reist in ihrer Fantasie gern in andere Welten und hofft, dass sie mit achtzig noch genauso agil ist wie Herbert W. Franke.*
Links zu diesem Artikel finden Sie unter: *astronomie-heute.de/artikel/895565.*

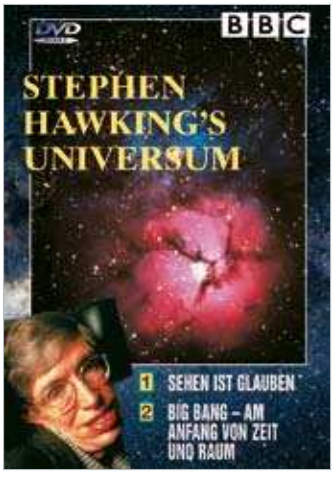
MARSABENTEUER

Was zunächst als harmloses Spiel fürs Fernsehen erscheint, wird plötzlich bittere Realität: In seinem aktuellen Roman beschreibt Franke, wie sich acht Menschen auf dem Roten Planeten durchschlagen. Zwischenmenschliches, Gesellschaftskritik, Spannung und viel fundierte Information: Franke-Fans kommen voll auf ihre Kosten.

FILM-EDITIONEN AUF DVD

RÄTSEL DER ASTROPHYSIK

Stephen Hawking (Astrophysiker, Kosmologe und Inhaber des Lucasianischen Lehrstuhls der Universität von Cambridge) und Sir Martin Rees (Professor der Kosmologie und der Astrophysik und Direktor des Trinity Colleges in der Universität von Cambridge) stellen ihre neuesten, wissenschaftlichen Erkenntnisse in ihren Film-Editionen vor.



Inhalt:
- Sehen ist glauben & Big Bang
- Kosmische Alchemie & Dunkle Materie
- Schwarze Löcher & Eine Antwort auf Alles

Länge: ca. 300 Min.
(3 DVDs im Geschenkschuber)
ISBN 978-3-8312-9268-4
€ 59,95

Länge: ca. 165 Min.
(3 DVDs im Geschenkschuber)
ISBN 978-3-8312-9404-6
€ 39,95

Inhalt:
Sind wir allein? •
Warum sind wir allein? •
Gibt es uns wirklich? •

www.komplett-media.de

Verlag KOMPLETT-MEDIA • Robert-Koch-Straße 38 • 82031 Grünwald • Tel. 089/6 49 22 77 • Fax 089/6 49 22 60

Der GEFÄHRLICHSTE ASTEROID im Sonnensystem

ILLUSTRATION: AG. FOCUS / SPL, DAVID A. HARDY

Die Wahrscheinlichkeit ist zwar gering …

doch im Jahr 2036 könnte der erdnahe Asteroid Apophis unseren Planeten treffen.

Freitag, 13. April 2029: Eine Stunde nach Sonnenuntergang beobachten Amateurastronomen in ganz Westeuropa und Nordafrika, wie ein »Stern« dritter Größe im Sternbild Krebs sich langsam Richtung Westen bewegt. Es ist kein künstlicher Satellit, sondern ein Gesteinsbrocken mit 320 Meter Durchmesser. Sein Name: Apophis! Mit fast einem Grad pro Minute ungewöhnlich schnell, zieht er vor dem Fixsternhimmel dahin. Sein Abstand von der Erdoberfläche entspricht dabei ziemlich genau jenem der geostationären Satelliten. Obwohl er im Jahr 2029 keine aktuelle Bedrohung für uns darstellt, sorgt Apophis doch unter Astronomen auf der ganzen Welt für Aufregung. Denn nicht dieses knappe Vorüberziehen von Apophis im Jahr 2029 bereitet uns heute Sorgen, sondern die Möglichkeit eines Einschlags nur sieben Jahre später. Forscher und Politiker streiten derzeit über geeignete Gegenmaßnahmen zur Abwehr dieser seltenen, aber realen weltweiten Bedrohung.

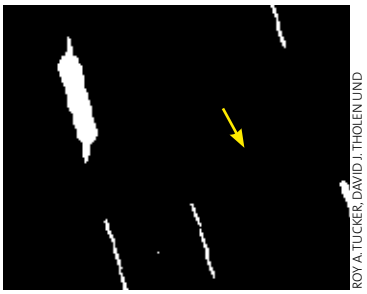
VON DANIEL D. DURDA

Während der Weihnachtsfeiertage des Jahres 2004 erreichte mich folgende Nachricht: Am folgenden Tag würden die zwei großen Zentren für die Vorhersage von Asteroideneinschlägen – das Jet Propulsion Laboratory (JPL) in Kalifornien und die Università di Pisa in Italien die weltweit erste Vorhersage eines möglichen Einschlags eines Asteroiden auf der Erde bekannt geben. Roy Tucker vom Goodricke-Pigott Observatory sowie David Tholen und Fabrizio Bernardi von der University of Hawaii hatten das Objekt mit der provisorischen Katalogbezeichnung 2004 MN_4 entdeckt, als sie im Juni 2004 am Kitt Peak National Observatory neue Geräte testeten. Bald darauf verlor man es allerdings wieder aus den Augen. Erst am 18. Dezember des Jahres sichtete man es erneut.

Auf Basis dieser unabhängigen Beobachtungen in einem zeitlichen Abstand von mehreren Monaten konnten die Astronomen eine Umlaufbahn berechnen, die präzise genug für eine Vorhersage war: Mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 : 200 würde dieser Asteroid ausgerechnet am Freitag, dem 13. April 2029 auf der Erde einschlagen – und dabei eine Zerstörungskraft von mehreren tausend Megatonnen TNT freisetzen. Eine Bedrohung dieser Größenordnung hatten viele von uns in der Realität niemals erwartet.

Nun war es dringend geboten, möglichst schnell die Größe des Asteroiden zu bestimmen. Denn ein wichtiger Faktor in der »Turiner Skala« (siehe Abbildung S. 70), welche die Auswirkungen eines möglichen Einschlags eines Kometen oder Asteroiden beschreibt – ist die Größe des Objekts. Erste Abschätzungen von 2004 MN_4, der mittlerweile den Namen des ägyptischen Gottes des Chaos, der Finsternis und Auflösung – Apophis – trägt, führten zu Werten zwischen 200 Metern und 1,5 Kilometern.

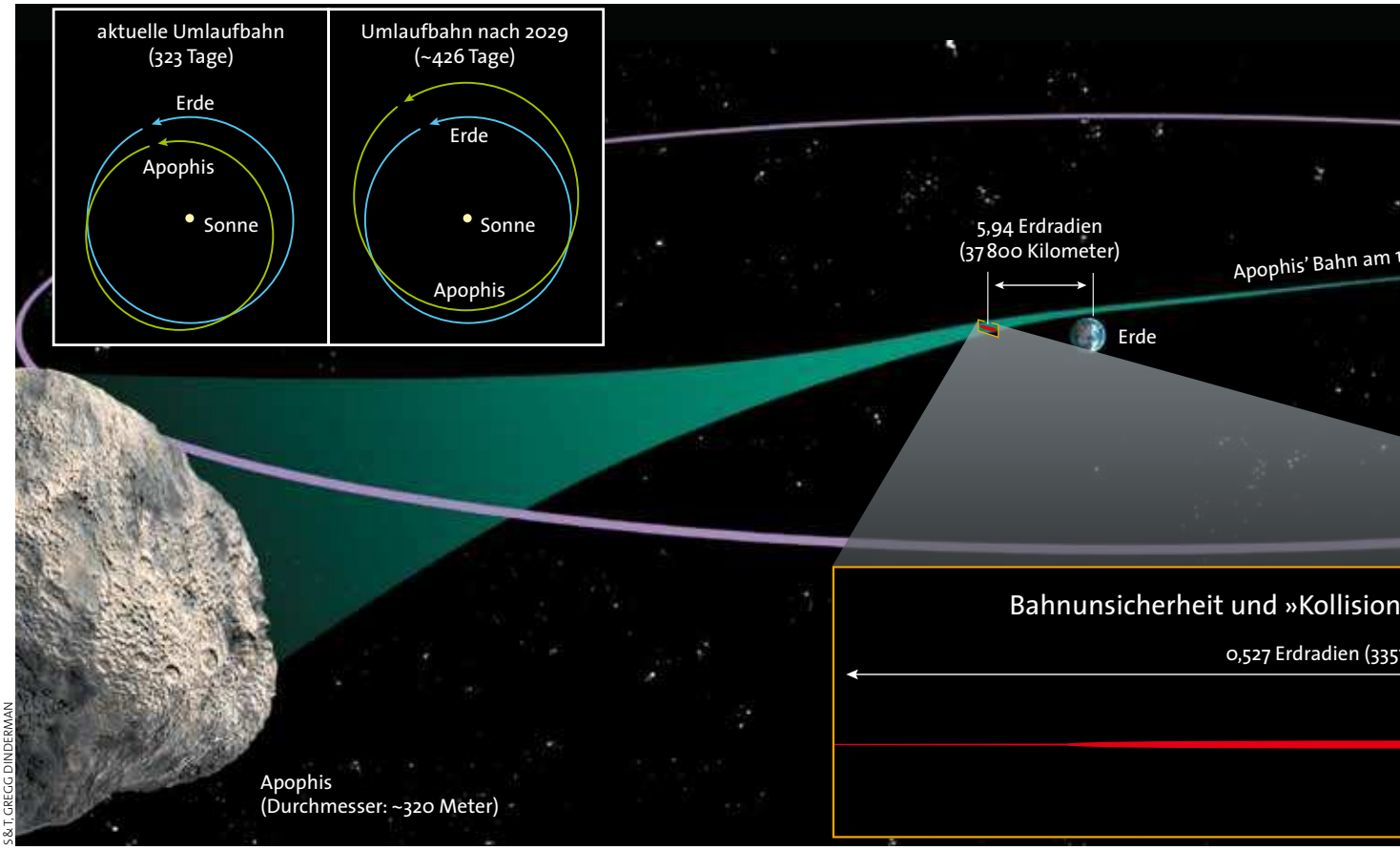
Der Einschlag eines 200-Meter-Trumms würde eine große Stadt völlig zerstören oder beim Einschlag ins Meer einen riesigen Tsunami auslösen. Ein 1,5-Kilometer-Objekt hingegen hat das Potenzial für eine globale Katastrophe: Es würde beim Eindringen in die Atmosphäre die Ozonschicht zerstören. Die großen Staubmengen, die bei einem Einschlag in die Atmosphäre gewirbelt würden, hätten weltweite Klimaveränderungen zur Folge.



ROY A. TUCKER, DAVID J. THOLEN UND FABRIZIO BERNARDI, IFA HAWAII

ENTDECKT

Kaum vorstellbar, dass ein so schwaches Pünktchen für so viel Aufregung sorgte. Doch genau das passierte, als die Astronomen feststellten, dass der Asteroid Apophis in nicht allzu ferner Zukunft mit der Erde kollidieren könnte. Das Entdeckungsbild wurde am 18. Juni 2004 auf dem Kitt Peak in Arizona aufgenommen. Sterne erscheinen darauf als lang gezogene Strichspuren.



S&T: GREGG DINDERMAN

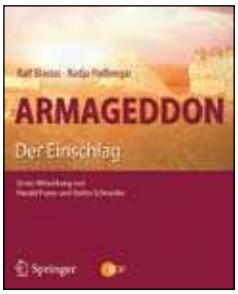
Sowohl professionelle Astronomen als auch Amateure auf der ganzen Welt begannen, Apophis regelmäßig zu beobachten und leiteten ihre Positionsmessungen an das Minor Planet Center am Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics weiter. Die Teams im JPL und in Pisa verbesserten ihre Berechnungen und Vorhersagen über den möglichen Einschlag laufend mit diesen Daten. Am 23. Dezember war die Wahrscheinlichkeit einer Kollision des Asteroiden mit der Erde auf 1:170 gestiegen, am 24. Dezember lag sie bei 1:60 und am darauf folgenden Tag erreichte sie 1:40. Am 27. Dezember schließlich betrug die Einschlagswahrscheinlichkeit 1:37. Damit hatte die Gefährdung einen Wert von 4 auf der Turiner Skala erreicht. Normalerweise sinkt die Wahrscheinlichkeit eines Einschlags, je mehr Beobachtungen vorliegen. Im Fall von Apophis ging die Entwicklung jedoch in die entgegengesetzte Richtung!

Obwohl das öffentliche Interesse zunahm, gab es keine Sensationsmeldungen wie bei vorangegangenen, wesentlich unwahrscheinlicheren Einschlagswarnungen – schließlich haben auch Journalisten zu Weihnachten frei. Dazu kam, dass am 26. Dezember ein Tsunami Südostasien verwüstete. Die Aufmerksamkeit der Medien konzentrierte sich zu Recht auf dieses tragische Ereignis.

Knapp daneben

Am 27. Dezember sah es so aus, als würde die Wahrscheinlichkeit eines Einschlags im Jahr 2029 auf 1:20 ansteigen. Glücklicherweise förderte jedoch eine umfangreiche Suche einige Bilder des Asteroiden ans Tageslicht, die am 15. März mit dem 0,9-Meter-Spacewatch-Teleskop auf dem Kitt Peak aufgenommen worden waren. Mit Hilfe dieser Aufnahmen konnten die Astronomen definitiv ausschließen, dass Apophis die Erde am 13. April 2029 treffen würde. Weitere Berechnungen zeigten sogar, dass er in einer sicheren Entfernung von etwa fünf Erddurchmessern an uns vorbeiziehen wird.

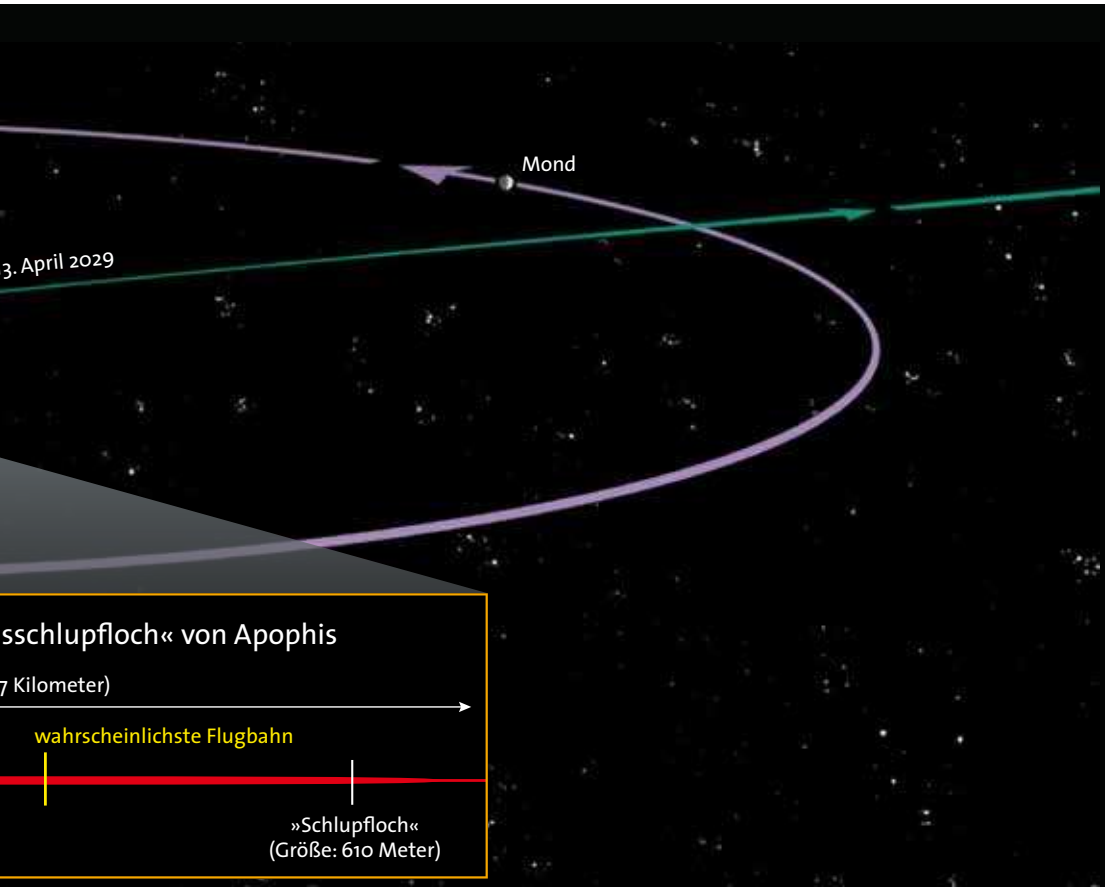
Ende Januar 2005 beobachteten die Astronomen den Asteroiden dann mit dem weltgrößten Radioteleskop in Arecibo, Puerto Rico. Diese Daten erlaubten eine bessere Bestimmung seines Orbits. Es stellte sich heraus, dass einige der optischen Beobachtungen ungenau waren: Der Abstand



ARMAGEDDON

Im Herbst 2007 strahlt das ZDF die Wissenschaftsdokumentation »Armageddon – Der Einschlag« aus. Das Begleitbuch zur Sendung schildert die Folgen einer globalen Katastrophe durch einen Asteroideneinschlag. Was würde passieren, wenn heute einer mit der Erde kollidieren würde?

Sendetermine: 30.9. und 7.10. 2007, jeweils um 19.30 Uhr



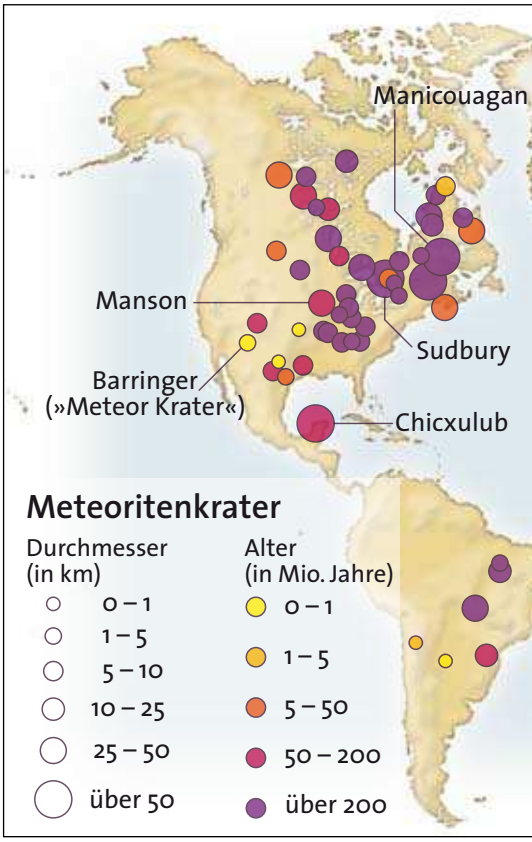
Die Astronomen können heute noch nicht exakt vorhersagen, wie nahe Apophis der Erde am 13. April 2029 tatsächlich kommen wird. Die rote Linie stellt hier das Unsicherheitsintervall (die Fehlerellipse) dar. Sollte Apophis eine bestimmte, sehr kleine Region – das »Schlupfloch« – passieren, würde der Schwerkraftstoß der Erde den Asteroiden genau auf Kollisionskurs mit unserem Planeten bringen – bei seiner nächsten Passage sieben Jahre später.

Die Katastrophe managen

Projiziert man Apophis Flu gbahn auf eine Karte der Weltbevölkerungsdichte (Abb. oben), wird schnell klar, dass sich der Asteroid auf gefährlichem Kurs befindet.

Ist es klug, solche Informationen publik zu machen? Immerhin könnte die Einschlagswahrscheinlichkeit durch neue Beobachtungsdaten von heute auf morgen auf Null sinken. Oder ist vielmehr deren Geheimhaltung verantwortungslos?

Rückt der Zeitpunkt einer Kollision näher, kann der Einschlagsort immer exakter bestimmt werden. Ergreift dann eine bestimmte Nation Maßnahmen, um den Asteroiden von seinem Kollisionskurs abzubringen, könnte sich dieser unter Umständen so verschieben, dass am Ende ein anderes Land getroffen wird. Die Politiker sollten sich mit diesem Szenario befassen, bevor es tatsächlich eintritt.



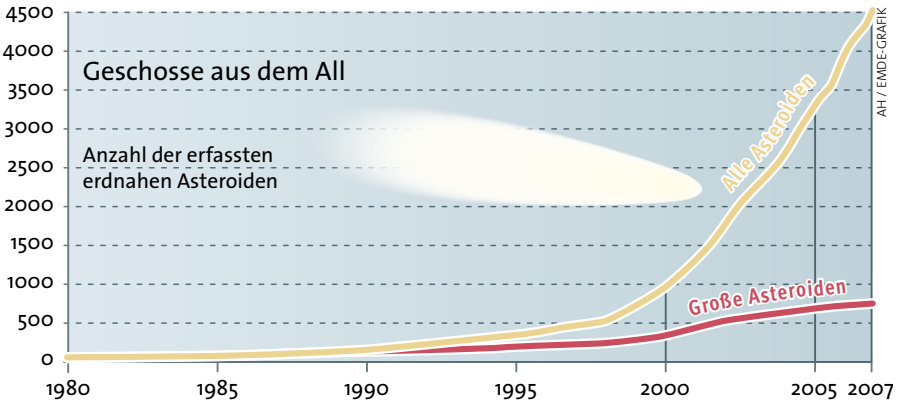
des Asteroiden von der Erde bei seiner Passage wird nur halb so groß sein wie erwartet. Tatsächlich fliegt er sogar noch innerhalb der Umlaufbahnen unserer geostationären Satelliten vorbei und wird dabei als heller »Stern« dritter Größe über den europäischen Himmel ziehen.

Ein Objekt dieser Größe sollte statistisch gesehen nur etwa einmal alle 1500 Jahre der Erde nahe kommen. Apophis besucht uns aber gerade ein Vierteljahrhundert nach seiner Entdeckung. Ist uns also etwas entgangen? Könnten unsere Schätzungen derart weit daneben liegen?

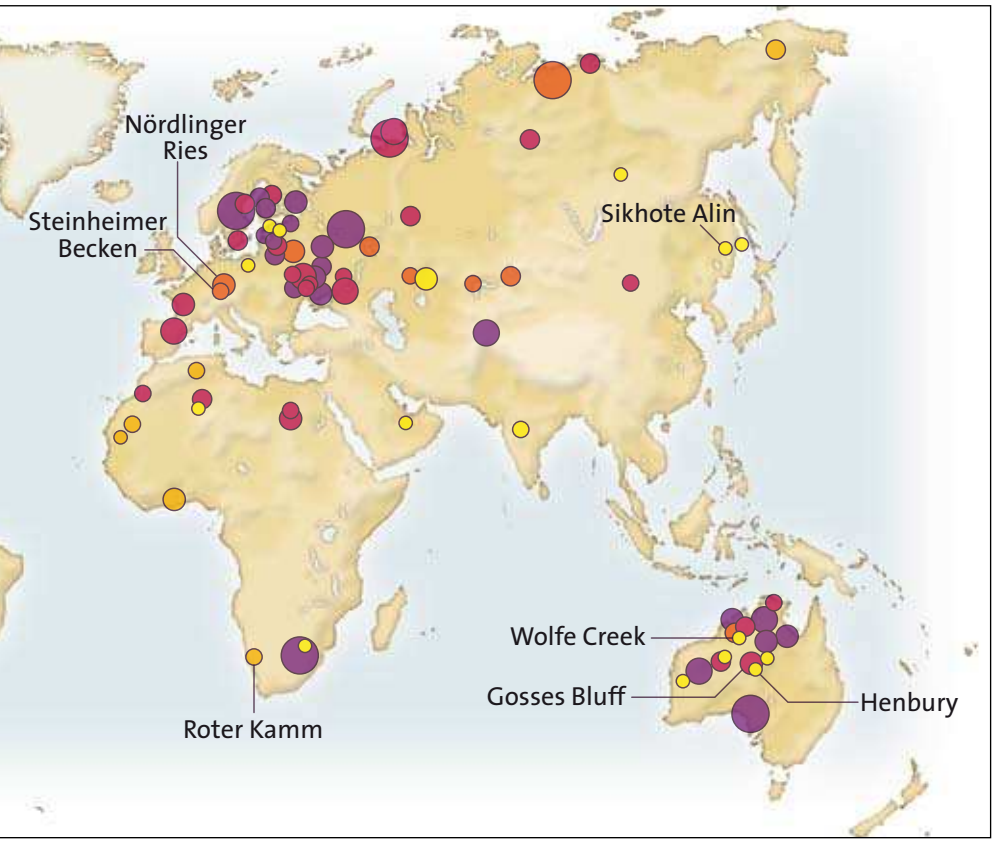
Abgesehen von diesen Bedenken bietet Apophis der Wissenschaft großartige Möglichkeiten: Während seines engen Vorbeiflugs im Jahr 2029 werden die Gezeitenkräfte der Erde seine Drehung beeinflussen und vielleicht sogar seine Form verändern. Sie werden allerdings nicht stark genug sein, um den Asteroiden in Bruchstücke zu zerreißen, wie es dem Kometen Shoemaker-Levy 9 im Jahr 1992 bei der Annäherung an Jupiter widerfuhr.

Da wir viele Jahre im Voraus wissen, dass Apophis der Erde sehr nahe kommen wird, gibt uns das die Zeit, Experimente vorzubereiten, um seinen inneren Aufbau zu studieren: Ist der Asteroid ein massiver Gesteinsbrocken oder nur ein Haufen Geröll, der von seiner eigenen Schwerkraft gerade noch zusammengehalten wird? Wenn die Gezeitenkräfte der Erde ihn durchkneten, wird sein ganzes Inneres von »Asteroidenbeben« erschüttert. Die Echos dieser Stöße werden uns die Grenzen zwischen möglichen inneren Strukturen zeigen. So erledigt die Natur für uns den schwierigsten Teil dieses interessanten seismischen Experiments. Wir brauchen nur einige Sensoren einzusetzen und gut zuzuhören.

Wenn Apophis die Erde passiert und dabei von ihrer Schwerkraft erfasst wird, verändert sich seine Flugrichtung um etwa 28 Grad. Sein Orbit um die Sonne vergrößert sich, die Umlaufzeit wird länger. Der Aste-



Im letzten Vierteljahrhundert stieg die Zahl der entdeckten erdnahen Asteroiden enorm an. Nur ein Bruchteil von ihnen wird der Erde jedoch auf Grund ihrer Größe gefährlich.



Nur ein kleiner Bruchteil aller Einschlagskrater auf der Erde ist heute noch sichtbar. Die meisten sind durch den Einfluss der Witterung nicht mehr zu erkennen.

roid wird dann mehr Zeit außerhalb der Erdbahn verbringen als im Moment (siehe kleine Abbildungen S. 66).

Die geänderte Flugbahn hängt jedoch vom genauen Punkt seiner größten Annäherung an die Erde ab. Und genau hier liegt die Gefahr, die von dem fliegenden Felsbrocken ausgeht: Erwischt Apophis bei seiner Wiederkehr im Jahr 2029 einen kleinen Bereich von nur 610 Metern – das so genannte Kollisionsschlupfloch – wird ihn seine Umlaufbahn sieben Jahre später wieder an exakt dieselbe Stelle führen (siehe Grafik S. 66/67). Das Problem ist, dass die Erde dann auch genau dort wäre. Trifft der Asteroid 2029 also diesen Punkt, kollidiert er am 13. April 2036 mit unserem Planeten.

Die Unsicherheiten in den Bahnberechnung der Astronomen lassen sich nur durch weitere Beobachtungen des Asteroiden verkleinern. Leider ist Apophis zwischen 2007 und 2011 nur sehr schwer zu beobachten. Der Himmelskörper befindet sich dann die meiste Zeit innerhalb der Erdumlaufbahn, wo er von der Sonne überstrahlt wird.

Im Mai 2006 war es zuletzt möglich, ihn mit der großen Radioantenne von Arecibo aufzuspüren und seine Position zu bestimmen. Berücksichtig man diese und neuere optische Beobachtungen, liegt die Wahrscheinlichkeit, dass er durch das Schlupfloch fliegen und damit im Jahr 2036 auf der Erde einschlagen wird, bei etwa 1 : 48 000. Das ist immerhin um einen Faktor acht geringer als der aus früheren Beobachtungen abgeleitete Wert.

Radiospäher zu Apophis

Vermutlich müssen wir uns aber bis zum Jahr 2010 gedulden, um Genaueres über Apophis' Einschlagswahrscheinlichkeit sagen zu können. Erst dann ist er wieder mit optischen Teleskopen beobachtbar.

Sollte das Schlupfloch dann immer noch in Reichweite von Apophis Bahn liegen, werden wir wahrscheinlich eine Raumsonde schicken, die einen Radiosender auf dem Asteroiden absetzt. Nasa-Direktor Michael Griffin hat bereits 2005 eine solche Mission genehmigt, die nach der nächsten Sichtbarkeitsperiode von Apophis im Jahr 2013 Realität werden könnte. Die Radiosignale würden es uns dann ermöglichen, seine Bahn exakter zu bestimmen. Was aber tun wir, wenn sich in den 2020er Jahren herausstellt, dass Apophis während seiner Annährung im Jahr 2029 mit großer Wahrscheinlichkeit das Schlupfloch trifft?

JUGEND FORSCHT

PREISTRÄGER

Der 17-jährige Gymnasiast Raphael Errani aus Stade (oben mit AH-Chefredakteur Jakob Staude) gewann in diesem Jahr den Preis der Bundeskanzlerin für die originellste Arbeit beim Wettbewerb »Jugend forscht«. Sein Thema: Die Einschlagwahrscheinlichkeit großer Asteroiden auf der Erde.

Mit Hilfe von Computersimulationen bestimmte er das Verhältnis der Einschläge auf Mond und Erde. Er fand 16 139 Erdtreffer und 1074 Mondtreffer, also ungefähr ein Verhältnis von 15 : 1. Mit diesem Faktor ließen sich die Zahlen seiner Mondkraterzählung auf die Erde übertragen. Zum Glück ergab sich, dass wirklich schlimme Einschläge nur alle 50 bis 100 Millionen Jahre zu erwarten sind.

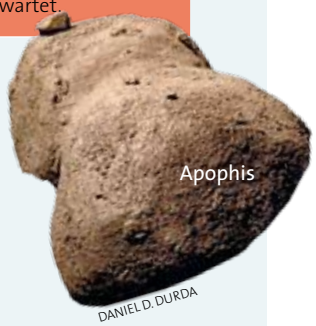
Für seine Arbeit erhielt Errani 2000 Euro und eine Einladung zum European Union Contest for Young Scientists in Valencia.

NASA

Die Turiner Skala

Ereignisse ohne Konsequenzen	**0**	Die Wahrscheinlichkeit einer Kollision ist null. In diese Klasse gehören auch kleine Objekte, die die Erdoberfläche im Fall einer Kollision nicht beschädigen.
sorgfältige Beobachtung notwendig	**1**	Die Wahrscheinlichkeit eines Treffers ist sehr gering.
Besorgnis erregend	**2**	Nahe, aber noch nicht extrem enge Begegnung, Kollision unwahrscheinlich
	3	Enge Begegnung, die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit **lokalen** Zerstörungen ist größer als ein Prozent.
	4	Enge Begegnung, die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit **regionalen** Zerstörungen ist größer als ein Prozent.
bedrohlich	**5**	Enge Begegnung, die Gefahr einer Kollision mit **regionalen** Zerstörungen ist beträchtlich.
	6	Enge Begegnung, die Gefahr einer Kollision mit **globalen** Zerstörungen ist beträchtlich.
	7	Enge Begegnung, die Gefahr einer Kollision mit **katastrophalen globalen** Folgen ist extrem groß.
Gewissheit über Kollosion	**8**	Eine Kollision, die **lokale** Zerstörungen zur Folge hat, solche Ereignisse werden einmal innerhalb von 50 bis 1000 Jahren erwartet.
	9	Eine Kollision, die **regionale** Zerstörungen zur Folge hat, solche Ereignisse werden einmal innerhalb von 1000 bis 100 000 Jahren erwartet.
	10	Eine Kollision, die eine **globale** Klimakatastrophe zur Folge hat, solche Ereignisse werden einmal innerhalb von 100 000 Jahren oder seltener erwartet.

Auf einer Konferenz in Turin im Jahr 1999 schlug Richard Binzel vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) eine Skala von 0 bis 10 vor, die zur Risikoeinstufung von Asteroiden und Kometen dient. Die »Turiner Skala« ermöglichte erstmals eine Quantifizierung des Risikos. Handelt es sich um einen kleinen Asteroiden, der nur begrenzten Schaden anrichtet oder um einen großen Brocken, der viele Menschenleben fordert, dafür aber nur mit geringer Wahrscheinlichkeit die Erde trifft? Die Skala kombiniert Wahrscheinlichkeitsberechnungen eines Einschlags mit einer Abschätzung der Folgen.



Apophis

DANIEL D. DURDA

Die bloße Möglichkeit führt zu einer wichtigen Frage: Wann ist die Bedrohung durch ein solches Objekt groß genug, um konkrete Abwehrmaßnahmen einzuleiten? Da bisher keine nationale oder internationale Organisation damit betraut ist, die Erde vor Asteroideneinschlägen zu schützen, stellt sich auch die Frage, wer diese Entscheidung treffen soll. Wer wird handeln? Wer dafür zahlen? Und wer trägt die Verantwortung, falls etwas schiefgeht? Ein Komitee unter dem Vorsitz des Apollo-9-Astronauten Rusty Schweickart arbeitet derzeit gemeinsam mit den Vereinten Nationen daran, Antworten auf diese Fragen zu finden.

Aufblasbare Spiegel

Forscher haben heute bereits viele Methoden ausgearbeitet, einen gefährlichen Asteroiden auf eine neue Flugbahn zu bringen: Riesige aufblasbare Spiegel könnten das Licht der Sonne auf seine Oberfläche lenken oder starke Laser ihn durchbohren, indem sie den Fels einfach verdampfen. Die dabei entstehenden kometenähnlichen Gasjets würden den Asteroiden langsam in eine andere Umlaufbahn schieben – und ihn so an der Erde vorbeidirigieren.

Eine andere Möglichkeit wäre, etwas auf den Asteroiden einschlagen oder einen Sprengsatz explodieren zu lassen, um ihn abzulenken oder sogar zu zerschmettern – ähnlich wie in den Filmen »Deep Impact« und »Armageddon«. Eine Schwierigkeit dieser Methode liegt darin, dass nur schwer kontrollierbar ist, was mit dem Asteroiden nach dem Einschlag passiert. Unter Umständen bleiben einige große Bruchstücke übrig, die nach wie vor auf Kollisionskurs sind.

Eines der größten Probleme ist, dass wir über die Oberfläche und den inneren Aufbau kleiner Asteroiden bisher kaum etwas wissen. Beobachtungen erdnaher Asteroiden und Laboruntersuchungen an Meteoriten haben ergeben, dass deren Zusammensetzung stark variiert: Sie reicht von solidem Nickel-Eisen bis zu sehr porösem Gestein niedriger Dichte. Wie soll man einen kleinen Körper, der praktisch keine Schwerkraft besitzt, ergreifen oder auch nur in seiner Nähe arbeiten, wenn man nicht einmal weiß, ob seine Oberfläche aus solidem Metall, bröseligem Gestein oder einem Gemisch aus beidem besteht?

Eine elegante Lösung haben die Nasa-Astronauten Edward Lu und Stanley Love entwickelt – den »Gravitations-Schlepper«: Man parke ein massereiches Raumschiff in der Nähe des Asteroiden und bleibe mehrere Monate – oder auch länger – in dieser Position, wobei die Triebwerke wiederholt gezündet werden. Dank der Anziehungskraft zwischen Raumschiff und Asteroid zieht das Gefährt den Felsen mit sich, wobei die Gravitation wie ein Abschleppseil wirkt.

Würden wir einen solchen Schlepper-Satelliten rechtzeitig vor dem Vorbeiflug im Jahr 2029 zu Apophis schicken, bräuchten wir den Asteroiden nur wenige hundert Meter aus seiner jetzigen Bahn abzulenken, damit er das Kollisionsschlupfloch für 2036 verfehlt. Das ist wesentlich einfacher, als ihn mehrere tausend Kilometer an unserem gesamten Planeten vorbeizuziehen.

Eine winzige Änderung seiner Umlaufbahn könnte bereits von einem nur eine Tonne schweren Raumfahrzeug mit solarelektrischem Antrieb ausgelöst werden – ähnlich dem, das bei der Nasa-Mission Deep Space 1 zum Einsatz kommt.

Das Gravitationsschlepperkonzept umgeht das Problem, dass wir nichts über die Asteroidenoberfläche oder deren Inneres wissen. Es ist weder notwendig, auf dem Asteroiden zu landen, noch sich auf irgendeine Weise mit seiner Oberfläche oder seinem Inneren zu beschäftigen.

Große Felsbrocken fallen nur sehr selten vom Himmel. Doch wenn sie es tun, verursachen sie meist großräumige Verwüstung und unzählige Opfer (siehe Karte S. 68/69). Manche glauben, die angemessene Reaktion auf eine derartig seltene Bedrohung sei es, gar nichts zu tun. Doch da wir sowohl über das nötige Wissen als auch über die Technologie verfügen, sollten wir es nicht darauf ankommen lassen, dasselbe Schicksal wie die Dinosaurier erleiden. <<

DANIEL D. DURDA *ist Senior Research Scientist am Southwest Research Institute (SWRI) in Boulder, Colorado, wo er sich mit Asteroideneinschlägen und deren Folgen für die Erde beschäftigt.*

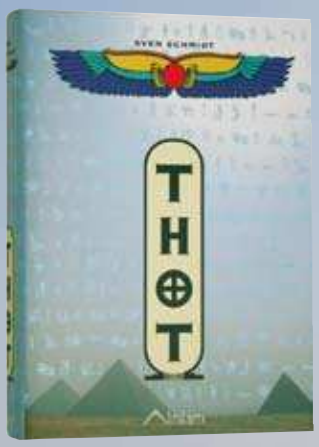
wis
wissenschaft in die schulen!

Ergänzend zu diesem Beitrag stellen wir unter www.wissenschaft-schulen.de einen Versuch vor, bei dem CCD-Bilder des Asteroiden 4179 Toutatis ausgewertet werden, die im September 2004 am Observatorium Hoher List aufgenommen wurden. Aus den Messungen lässt sich die Entfernung des Asteroiden zur Erde ermitteln.

Das Projekt »Wissenschaft in die Schulen!« führen wir in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerfortbildung in Donaueschingen durch. Es wird von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH großzügig gefördert.

THOT-SPUREN AUS STEIN

EIN SPANNENDER THRILLER UM DAS RÄTSEL DER PYRAMIDEN



DER ERSTE ARBEITSTAG DER ARCHÄOLOGIN SARAH KROEGER IM TAL DER KÖNIGE VERLÄUFT EREIGNISREICHER, ALS IHR LIEB IST. IN EINER GEHEIMEN HÖHLE WERDEN URALTE PAPYRUSSCHRIFTEN GEFUNDEN, DIE VIEL ÄLTER SEIN MÜSSEN, ALS DIE BISHER BEKANNTE ÄGYPTISCHE GESCHICHTE. SARAH UND DAS ARCHÄOLOGENTEAM UM TOM TUSTRA ERKENNEN JEDOCH SCHNELL, DASS DAS MILITÄR SOWIE EINE UNBEKANNTE GRUPPE EBENFALLS INTERESSE AN DEM FUND HABEN. DIE EREIGNISSE ÜBERSTÜRZEN SICH UND SIE FLIEHEN IN DIE WÜSTE...

NEUERSCHEINUNG

IM ALNILAM VERLAG 2007

AUTOR: SVEN SCHMIDT

FÜR 24,95 € DIREKT IM BUCHHANDEL ODER UNTER:

WWW.BUCHHANDEL.DE

ISBN: 978-3-9811676-0-3

Alnilam

SOMMERBILDER

Die warme Jahreszeit hat uns mit ihren lauen Sommernächten und beeindruckenden Wandelsternen beglückt. Lassen Sie sich hier vom Schönheitsduell von Venus, Jupiter und Luna verzaubern!

Besuch vom Göttervater

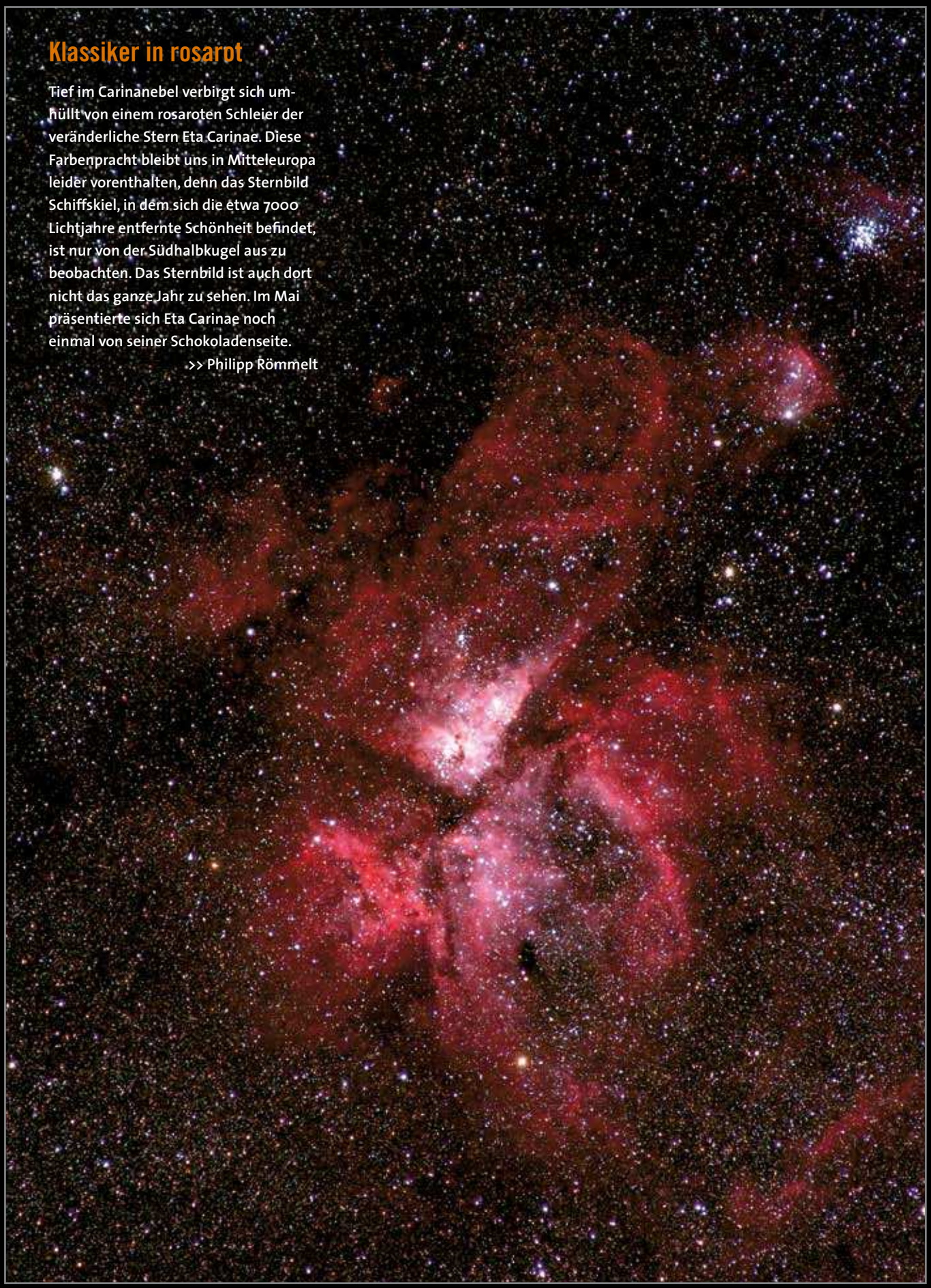
Jupiter ist derzeit das auffälligste Gestirn im Skorpion. Gemeinsam mit dem hellen Antares rechts im Bild finden Sie ihn problemlos bereits kurze Zeit nach Sonnenuntergang. Antares blinzelt uns rötlich an, während der größte Planet des Sonnensystems wesentlich heller und eher gelblich erscheint. Um das Band der Milchstraße zwischen Schütze und Schlangenträger so schön aufzunehmen, musste die Kamera auf der Postalm in Österreich aufgebaut werden.

>> Bernhard Gotthardt

Klassiker in rosarot

Tief im Carinanebel verbirgt sich umhüllt von einem rosaroten Schleier der veränderliche Stern Eta Carinae. Diese Farbenpracht bleibt uns in Mitteleuropa leider vorenthalten, denn das Sternbild Schiffskiel, in dem sich die etwa 7000 Lichtjahre entfernte Schönheit befindet, ist nur von der Südhalbkugel aus zu beobachten. Das Sternbild ist auch dort nicht das ganze Jahr zu sehen. Im Mai präsentierte sich Eta Carinae noch einmal von seiner Schokoladenseite.

>> Philipp Römmelt



Verliebter Trabant

Als ungleiches Paar zeigten sich am 19. Mai unsere beiden himmlischen Nachbarn Mond und Venus. Schon mit einer Belichtungszeit von 19 Sekunden ließ sich die Magie der beiden im Bild festhalten, bevor sie am Abendhimmel untergingen. Doch Luna verweilte nicht lange bei der Göttin der Liebe und machte sich bald darauf davon.

>> Björn Hamann

Machen Sie mit:

Schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos! Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. Bei der Vielzahl von Einsendungen, die uns erreichen, können wir leider nicht alle abdrucken. Besonders gute Chancen haben Aufnahmen von weniger bekannten Objekten, von reizvollen Konstellationen oder solche, zu denen es eine interessante Geschichte gibt.

Legen Sie die Bilder als JPEGs in der höchsten Auflösung mit dem unten angegebenen Formular auf unseren Server ab. Geben Sie dabei die Informationen über Teleskop, Kamera, Bildbearbeitung oder Aufnahmetechnik möglichst vollständig an. Benutzen Sie für Einsendungen bitte nur noch das Formular auf der Internetseite astronomie-heute.de/wunderdesweltalls.

ULTIMATIVES BINO

Haben Sie auch schon mal Geld für etwas bezahlt, das sich im Nachhinein als Fehlinvestition erwiesen hat? Mir ging das in den letzten Jahren bei Ferngläsern so. Doch jetzt habe ich das ultimative Glas für mich entdeckt – das Canon 10 × 42 L IS WP.

VON STEFAN SEIP

Als Amateurastronom sollte man ein Fernglas besitzen. Denn dieses hat – im Vergleich zu einem Teleskop – ein riesiges Gesichtsfeld. Sie können beide Augen benutzen, was den normalen Sehgewohnheiten entspricht. Einige für die Astronomie taugliche Ferngläser sind leicht genug, um sie auf Reisen oder Ausflügen mitzunehmen. Dort können sie am Tag bei Naturbeobachtungen von Nutzen sein und ermöglichen nachts eindrucksvolle Spaziergänge am Himmelszelt.

Viele astronomische Objekte zeigen erst im Fernglas ihre volle Pracht. Ein Streifzug mit dem Feldstecher durch die Milchstraße mit ihren Sternwolken, Dunkel- und Gasnebeln, Sternhaufen oder der Blick auf einen Kometen mit langem Schweif oder zur Mondsichel vor einem sternreichen Hintergrund ist von keinem Teleskop zu überbieten.

Canon, eigentlich eher als Kamerahersteller bekannt, bietet sechs verschiedene, bildstabilisierte Ferngläser an, angefangen mit einem 8 × 25 IS bis zum 18 × 50 IS (siehe Kasten »Fernglas-Abc«). Ich entschied mich für das 10 × 42 L IS WP – das jüngste Mitglied in der Produktfamilie. Das »L« steht für eine besonders hohe mechanische und optische Qualität.

Bisher war »L« das Merkmal einiger Canon-Profi-Objektive, jetzt ist erstmalig auch ein Fernglas damit geadelt worden. »IS« steht für den Bildstabilisator (Image Stabilizer), »WP« für eine weitere unter Astronomen willkommene Eigenschaft: »waterproof« (wasserdicht). Etwa eine halbe Stunde lang hält der Feldstecher einer Wassertiefe von einem Meter stand, ohne dass Wasser ins Innere eindringt. Das zu überprüfen, habe ich mir bisher zwar verkniffen, freue mich aber jedesmal darüber, dass Nässe durch Tau oder Regen in einer Beobachtungsnacht meinem Fernglas nichts anhaben kann.

Hervorragende Optik

Beim freihändigen Beobachten werden die unvermeidlichen Körperbewegungen vom Feldstecher verstärkt. Bis zu etwa achtfacher Vergrößerung mag das noch tolerierbar sein, doch spätestens ab zehnfacher

Das Canon 10 x 42 L IS WP ist garantiert dicht – bis zu 30 Minuten bei einer Wassertiefe von einem Meter.

ALLE FOTOS: STEFAN SEIP

PRO

> exzellente Bildqualität
> sehr gute Verarbeitung
> Bildstabilisator

KONTRA

> schlecht sitzende Objektivdeckel
> hoher Preis

DATEN:

Vergrößerung: 10-fach
Eintrittspupille: 42 mm
Austrittspupille: 4,2 mm
effektiver Bildwinkel: 6,5 Grad
scheinbares Gesichtsfeld: 65 Grad
Bildfeld in 1000 Meter: 114 Meter
Naheinstellgrenze: 2,5 Meter
Augenrelief: 16 mm
Stromversorgung: 2 AA-Batterien
Abmessungen: 175,8 x 137 x 85,4 mm
Gewicht (o. Batterien): 1030 Gramm
Preis: 1250 € bis 1599 € (Listenpreis)
Webseite des Herstellers: canon.de

FERNGLAS-ABC

> VERGRÖSSERUNG: Je höher sie ist, desto näher erscheint ein Objekt. Hohe Vergrößerungen sind gut, wenn Sie zum Beispiel kleinere Krater auf dem Mond erkennen möchten.

> OBJEKTIV-DURCHMESSER (ÖFFNUNG): Das Lichtsammelvermögen eines Fernglases wächst mit der Öffnung. Um lichtschwache Sterne sehen zu können, benötigen Sie eine große Öffnung.

Vergrößerung und Öffnung sind meist auf dem Glas vermerkt, dazwischen steht ein »x«. Die Angabe »7 x 50« bedeutet also eine siebenfache Vergrößerung und fünfzig Millimeter Öffnung.

> GESICHTSFELD: Dieser Wert ist oft nicht auf Ferngläsern vermerkt. Üblicherweise wird es in »Meter auf 1000 Meter« angegeben, manchmal auch in Grad.

> AUSTRITTSPUPILLE: Das ist der Durchmesser des Lichtbündels, welches das Okular verlässt und ins Auge fällt. Sie errechnet sich durch die einfache Formel: Öffnung geteilt durch Vergrößerung. Da sich die Pupille des menschlichen Auges maximal sechs Millimeter weit öffnen kann, sind größere Austrittspupillen sinnlos und bedeuten, dass Licht verschenkt wird.

> AUGENRELIEF: Der Abstand, den das Auge zum Okular einhalten muss, um das gesamte Gesichtsfeld zu überblicken. Wenn Sie mit Brille beobachten, sollten sie auf einen möglichst großen Abstand Wert legen.

Mit gut einem Kilogramm Gewicht, der griffigen Gummiarmierung und leicht erreichbaren Bedienelementen ist das Canon-Fernglas sehr handlich.

Vergrößerung verhindert das immer stärker werdende Bildzittern das Erkennen kleiner Details und schwacher Sterne. Ferngläser ab zwölffacher Vergrößerung lassen sich daher praktisch nur noch auf einem Stativ verwenden.

Schon die ersten Beobachtungen mit dem Canon 10 × 42 L zeigen, dass ich es mit einer ganz hervorragenden Optik zu tun habe. Die Bildschärfe, der Kontrast und die Farbsättigung sind maximal, was in der Summe ein extrem brillantes Bild ergibt. Ich bin mir sicher, dass sich Canon mit diesem Produkt, was die optische Leistung betrifft, ziemlich dicht an die Grenze des technisch Machbaren herangearbeitet hat.

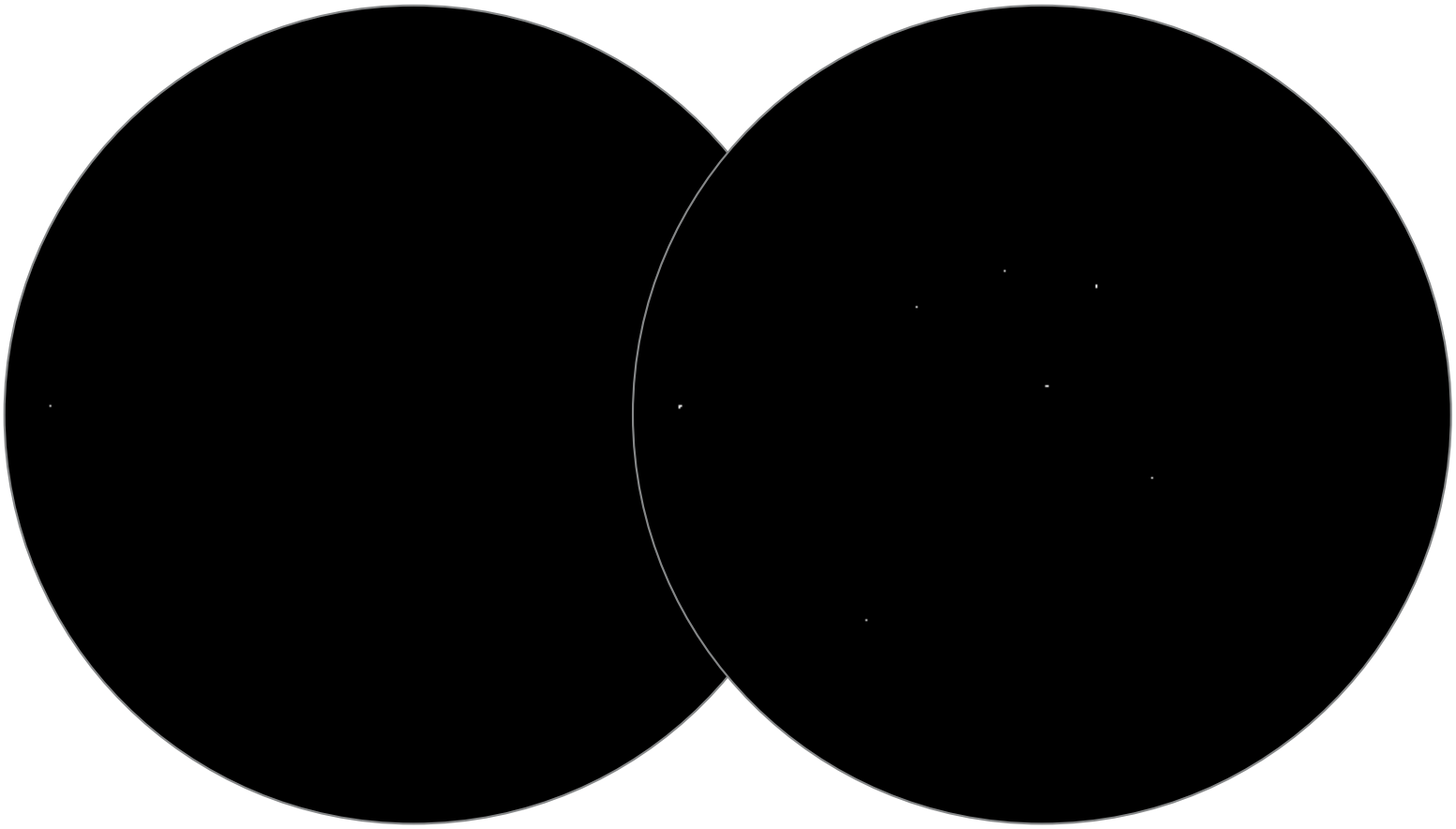
Zwei Linsen aus Spezialgläsern sorgen dafür, dass absolut keine chromatische Aberration, also Farbränder an kontrastreichen Kanten, wahrnehmbar ist. In jedem Strahlengang ist ein zweilinsiger Korrektor eingebaut, der das Bildfeld ebnet. Das Ergebnis ist ein gestochen scharfes Bild bis in den äußersten Rand des großen Gesichtsfelds. So etwas habe ich bisher bei noch keinem Fernglas gesehen! Selbst teure Modelle anderer renommierter Markenhersteller leisten sich in dieser Disziplin nicht selten eklatante Schwächen.

Auf der Oberseite sitzt der Knopf, mit dem sich der Bildstabilisator einschalten lässt (siehe Bild rechts unten). Entweder drückt man ihn dauerhaft, dann wird der Stabilisator erst ausgeschaltet, wenn man den Knopf loslässt. Oder man tippt ihn kurz zum Ein- und ein weiteres Mal zum Ausschalten des Stabilisators. Für dessen Betrieb sind Batterien oder Akkus notwendig.

Das Prinzip kannte ich bereits von einigen Canon-Objektiven: Winzige Kreisel (Gyroskope) erkennen selbst kleinste Bewegungen, melden sie an die Elektronik weiter, die durch die Auslenkung der Linsen im Instrument dafür sorgt, dass das Bild ruhig bleibt. Was bei den Objektiven für scharfe Aufnahmen selbst bei längeren Belichtungszeiten sorgt, ermöglicht im Fernglas ein völlig ruhiges Bild.

Perfekte Sterne

Das Blickfeld wirkt auf Knopfdruck urplötzlich wie eingefroren. Und auch während der Stabilisator arbeitet, bleiben die Sterne punktförmig. Dadurch kann ich mühelos lichtschwächere Sterne erkennen, die zuvor nicht einmal zu erahnen waren. Den dezenten Summton, den der Stabili-



Sterne im Bildfeld des Canon-Feldstechers: links ohne, rechts mit aktiviertem Bildstabilisator

sator verursacht, nehme ich dafür gerne in Kauf.

Das Canon 10 × 42 L IS WP wird mit Tragetasche, Umhängegurt und Schutzdeckeln für die Frontlinsen und Okulare geliefert. Die Dioptrieneinstellung kann gegen versehentliches Verstellen gesichert werden und auf der Unterseite findet sich für alle Fälle noch ein Stativgewinde.

Wirklich clever sind die Filtergewinde an den Objektiven, in die Fotofilter mit 52 Millimeter Durchmesser eingeschraubt werden können. So lassen sich zum Beispiel leicht Schutzfilter für die sichere Beobachtung der Sonne selbst herstellen.

Bei den Nachteilen fällt mir zuerst der recht hohe Anschaffungspreis ein, der bei mehr als 1200 Euro liegt. Das ist nicht gerade wenig, aber angesichts der Leistung nicht unangemessen. Kleinere Mängel sind der schlechte Sitz der Objektivdeckel und die relativ ungeschützte Lage der Frontlinsen, wodurch diese häufig und leicht verschmutzen. Auch zwei Ersatzbatterien sollten Sie stets mitführen, denn der Stromverbrauch ist bei regelmäßigem Gebrauch des Bildstabilisators relativ hoch.

Meine Begeisterung für das Canon 10 × 42 L IS WP ist (fast) grenzenlos. Es ist so kompakt, dass es auch auf Ausflügen mitgenommen werden kann. Dabei ist seine optische Leistung kompromisslos. Am Sternhimmel sind Öffnung und Vergrößerung absolut ausreichend, um höchst eindrucksvolle Beobachtungen zu machen. Der Bildstabilisator ermöglicht auch ohne Stativ das Erkennen lichtschwacher Objekte, die in einem Fernglas mit fünfzig Millimeter Öffnung ohne Bildstabilisierung normalerweise nicht zu sehen sind. Auf einem Liegestuhl oder im Gras liegend ist selbst ein längerer Blick in zenitnahe Regionen mit diesem Feldstecher ein Hochgenuss.

Wenn Sie gerade auf der Suche nach einem Fernglas sind und Sie der hohe Kaufpreis nicht abschreckt, dann schauen Sie sich das Canon 10 × 42 L IS WP unbedingt an. Sollten Sie vor Kurzem in ein anderes Fernglas dieser Größenordnung investiert haben, dann meiden Sie den Blick durch ein Canon 10 × 42 L IS WP. Sonst bedauern Sie Ihren Kauf womöglich. <<

STEFAN SEIP *ist Astrofotograf und hat nach langer Suche sein Traumfernglas gefunden, mit dem er sich während der Aufnahmen die Zeit vertreibt.*

CANON IS

Der Knopf für den Bildstabilisator liegt genau da, wo sich Ihr rechter Zeigefinger befindet. Eine grüne Diode zeigt an, dass der Stabilisator eingeschaltet ist. Zu hören ist von diesem Vorgang fast nichts.

= bedingt empfehlenswert = empfehlenswert = sehr empfehlenswert

Heather Couper
DRAUSSEN IM ALL
Spektakuläre Satellitenfotos des Universums
Mit einem Vorwort von Thomas Reiter
Gerstenberg Verlag, Hildesheim 2007
ISBN 9783806729580
49,90 €

KUNSTHALLE WELTALL

Ein Rundgang durchs kosmische Museum

Willkommen in der Kunsthalle Weltall!« Auf 268 Farbtafeln führt die britische Astrophysikerin und Journalistin Heather Couper den Betrachter in ihrem neuen Buch »Draußen im All« durch das kosmische Museum und präsentiert einen prächtigen Bilderreigen von Kometen, Planetarischen Nebeln, explodierenden Sternen und fernen Galaxien. Durch zehn Kapitel geht die Reise – beginnend in unserem Sonnensystem bis an die Grenzen des Universums.

Knappe Texte führen in jedes Kapitel ein. Klar, dass dabei oft nur an der Oberfläche gekratzt wird. Störend wirken einige unpräzise Übersetzungen, die wohl nicht aus Astronomenhand stammen. So ist der Bildband eher ein Buch zum Anschauen als zum Lesen.

Der Untertitel »Spektakuläre Satellitenfotos des Universums« geht am Inhalt vorbei. Er trifft nur auf jenen Teil der Aufnahmen zu, die mit Weltraumteleskopen wie Hubble, Chandra oder Spitzer gemacht wurden. Die meisten Bilder entstanden jedoch mit erdgebundenen Instrumenten.

Fazit: Bildbände mit astronomischen Aufnahmen gibt es reichlich. Wozu dann ein neues Buch mit überwiegend alten Fotos, die aus ähnlichen Werken längst bekannt sind und in ihrer Reihenfolge den inneren Zusammenhang oft nur erahnen lassen?

>> Stefan Oldenburg

Hermann-Michael Hahn
WAS TUT SICH AM HIMMEL 2007/2008
Das Taschenjahrbuch für Himmelsbeobachter
Kosmos-Verlag, Stuttgart 2007
ISBN 9783440109212
7,95 €

JAHRBUCH FÜR DIE WESTENTASCHE

Handlicher Begleiter für Ausflüge am Sternhimmel

Mittlerweile gibt es fast für jeden Geschmack das passende Jahrbuch – diese handliche Variante mit robustem Schutzumschlag aus Kunststoff ist das kleinste aus dem Kosmos-Verlag und passt locker in die Jackentasche. Es ist ein guter Begleiter für alle, die mit dem bloßem Auge beobachten wollen.

Jeder Monat wird auf sechs Seiten abgehandelt. Den Anfang macht ein Kalender, der die Sichtbarkeit der fünf hellsten Planeten sowie die Mondphase für jeden Tag grafisch darstellt, wichtige Ereignisse wie Sternschnuppen, Planetenkonstellationen und Finsternisse auflistet sowie über Auf- und Untergangszeiten des Monds informiert. Die zweite Doppelseite greift einen besonderen Beobachtungstipp heraus und beschreibt noch einmal in Worten die Sichtbarkeit von Sonne und Planeten. Abschließend zeigt eine kleine Sternkarte den Himmelsanblick nach Süden. Der Begleittext beschreibt, was es außerdem gerade noch Interessantes für den Beobachter am Himmel gibt.

Vollständig verzichtet wurde dafür darauf, Planetenkoordinaten, Sternzeit und andere Tabellen darzustellen, die vor allem für die Vorbereitung anspruchsvoller Beobachtungsnächte relevant sind.

»Was tut sich am Himmel« konzentriert sich auf die wichtigsten Himmelsereignisse, die auch ein Einsteiger leicht beobachten kann. Mit der nächsten Ausgabe ändert sich auch die Erscheinungsweise des handlichen Bändchens: Bislang deckte es immer den Bereich von Juli bis Juni ab. Ab 2009 gilt es jeweils für ein Kalenderjahr. Dem Vergleich mit großen Jahrbüchern hält es dabei natürlich nicht stand, aber als kleiner Begleiter für unterwegs ist es eine gute Wahl.

>> Alexander Kerste

Maja Nielsen
KOSMONAUTEN
Mit 20 Millionen PS ins All
Gerstenberg Verlag, Hildesheim 2006, 62 Seiten
ISBN 9783806748369
12,90 €

RAUMFAHRT MIT MENSCHLICHEM GESICHT

Persönliche Geschichten von Kosmonauten aus vier Jahrzehnten

Wie fühlte sich Juri Gagarin, kurz bevor er in die Weltraumkapsel stieg, um darin die Erde zu umrunden? Wie erging es seiner Frau Walentina, die nicht wusste, ob ihr Mann jemals lebend wieder zu ihr zurückkehren würde?

Die Autorin von »Kosmonauten«, Maja Nielsen, ist gelernte Schauspielerin und hat dadurch offenbar ein Auge für die dramatischen und psychologischen Aspekte des Weltgeschehens. Sie sprach mit drei bedeutenden Personen der Raumfahrtgeschichte und beschreibt deren Gedanken, Gefühle und Schicksale in diesem Buch für Kinder. Für im Westen aufgewachsene Leser ungewohnt, stehen die Helden des ehemaligen Ostblocks im Zentrum des Geschehens – nicht Neil Armstrong oder Edwin Aldrin, sondern Juri Gagarin und Sigmund Jähn. Als Drittem im Bunde gilt ihr Interesse schließlich dem ersten gesamtdeutschen Astronauten Thomas Reiter. Ebenfalls ungewohnt: Auch die Personen im unmittelbaren Umkreis der großen Helden tauchen auf, all jene, die nicht im Rampenlicht der Weltgeschichte standen wie Gagarins Frau Walentina, der russische Raketenkonstrukteur Sergej Koroljow und Sigmund Jähns kleine Tochter Grit.

Maja Nielsen zeichnet ein authentisches und gleichzeitig höchst menschliches Bild der Raumfahrt. Sie hat ein Buch geschrieben, in dem es um Träume geht und um die Sehnsucht der Menschen, die Grenzen der Erdanziehung zu überwinden. Doch

obwohl sich das Buch wie ein Roman liest – bereits die ersten Sätze versetzen den Leser unmittelbar in die jeweilige Situation –, kommen die Fakten nicht zu kurz.

Quasi nebenbei erhalten kleine und große Astronomiebegeisterte wichtige Informationen über die Raumfahrt, etwa was ein Skaphander ist und warum es so unbequem ist, diesen Raumanzug im »All-Tag« zu tragen (siehe Bild oben) oder wie die Raumstation Saljut-6 aussah.

Ein angenehm erfrischendes Buch, auch für Erwachsene, erzählt aus der Perspektive der Kosmonauten.

>> Stephanie Hügler

Alle rezensierten Bücher, CD-ROMs und DVDs können Sie in unserem Science-Shop bestellen:
Internet: www.science-shop.de / per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841 / per Fax: 06221 9126-869

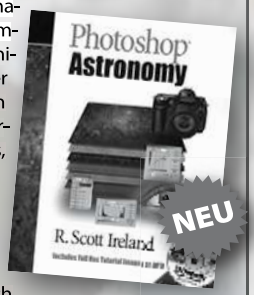
Atlas der Messier-Objekte

Eine gelungene Mischung aus Beobachtungshilfe und Bildband. Das großzügige Format und die aufwändige optische Gestaltung machen die Lektüre zu einem echten Genuss! Eine derartig umfangreiche und vollständige Darstellung zu den Messier-Objekten hat es bisher in deutscher Sprache noch nicht gegeben. Die Beschreibung zu den Objekten gliedern sich in die Abschnitte Historie, Astrophysik und Beobachtung. Gleichgültig ob das Interesse eher historisch, theoretisch oder praktisch ausgerichtet ist, kommt jeder mit diesem Buch auf seine Kosten.

€ 59,90

Photoshop Astronomy

Der Autor arbeitet seit fast 10 Jahren mit Photoshop, um seine Astrofotos zu bearbeiten. Die dabei gemachten Erfahrungen hat er in diesem speziell auf die Bedürfnisse des Amateurastronomen zugeschnittenen Buch gesammelt. Die behandelten Themen sind unter anderem: die technische Ausstattung, Farbmanagement, Histogramme, Maskierungstechniken, Addition mehrerer Bilder, Korrektur von Vignettierungen, korrektur von Farbhalos, Deformationen oder überbelichteten Sternen, LRGB und vieles mehr. Auf der beigefügten DVD befinden sich alle im Buch besprochenen und verwendeten Beispielbilder.



€ 39,90

Astronomik UHC-E

Diese neue Variante des UHC-Filters ist eine günstige Ergänzung unseres Angebotes. Gegenüber dem Profi UHC-Filter ist die Halbwertsbreite etwas größer, die Transmission etwas geringer (typisch 94% gegen 98%). Dadurch liefert etwas weniger kontrastreiche Bilder an größeren Fernrohren. Durch seine Eigenschaften können wir den UHC-E-Filter als preiswerte Alternative für Geräte bis 15cm Öffnung empfehlen.

ab € 65,00

astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
www.astro-shop.com/ahoi

Hauptdarsteller Oliver Jahn alias Ijon Tichy samt Analoger Halluzinelle (Nora Tschirner) in heimeliger Umgebung

ALLE FILMSZENEN: ZDF UND [M] RANDA CHAHOUD

IJON TICHY – Raumpilot

Den ganzen Tag in Jogginghose und Unterhemd in der Wohnung sitzen und dabei das Weltall durchstreifen, zwischendurch ein Omelett braten und die Frau in den Schrank stellen, wenn sie zu sehr nervt. Das ist eine Männerfantasie, die für den Raumpiloten Ijon Tichy in seiner Rakete Alltag ist. Die vom ZDF ausgestrahlte Miniserie »Ijon Tichy – Raumpilot« nimmt die »Sterntagebücher« des polnischen Autors Stanislaw Lem als Vorlage für eine grell-bunte, trashige Sciencefictionkomödie. Dieser Klamauk ist sicherlich nichts für Lem-Puristen, die den Nonsens als einen Angriff auf den tiefsinnigen Lem'schen Witz deuten könnten. Sie sollten jedoch nicht zu schnell urteilen. Dem Produktionsteam ist es mit dem Hauptdarsteller Oliver Jahn durchaus gelungen, den eigentümlichen Charme der kosmischen Münchhausen-Lügengeschichten um Ijon Tichy ins Fernsehen zu übertragen. Dieser besticht durch seine Zeitlosigkeit, in der zwar fantastische Sciencefiction geschieht, aber eben in vertrauter, zuweilen altmodischer Umgebung. Wie in der Romanvorlage verzichtet die Serie auf technische Spielereien wie Warp-Antrieb oder Nahrungsreplikator. Stattdessen erkennen wir Spülmaschinen, Tintendruckerpatronen und andere Haushaltsutensilien. Dies erinnert dann eher an den Klassiker »Raumpatrouille Orion«. Doch während in dieser Serie aus den 1960er Jahren das legendäre Bügeleisen zur unfreiwilligen Lachnummer gerät, führt die Improvisation in der Miniserie um Ijon Tichy direkt zur Komödie. Wer glaubt, die Sterntagebücher des Stanislaw Lem könnten anders denn als Komödie visualisiert werden, möge noch mal in die Bücher schauen.

Eine kongeniale Partnerin findet Oliver Jahn in seiner Schauspielkollegin Nora Tschirner. Ihre Rolle als »Analoge Halluzinelle« ist von der Romanvorlage zwar nicht vorgesehen. Da aber ein einsamer, vor sich hin grübelnder Raumpilot im Fernsehen zu langweilig wäre, stellten die Fernsehmacher ihm eine Dialogpartnerin zur Seite, deren Computerhirn in einer Spülmaschine steckt. Die eigenwillige Halluzinelle ist nicht nur eine echte Herausforderung für den Raumreisenden Tichy, sie gibt dem 70er-Jahre-Flair noch einen guten Schuss Discofeeling.

Und was die Jogginghosen anbelangt: Wer sich das Leben auf der Internationalen Raumstation ISS anschaut, erkennt, dass die echten Astronauten durchaus um eine heimelige Atmosphäre bemüht sind. Wohin wir Menschen auch immer reisen, nehmen wir uns selbst halt immer mit. <<

***STEFAN TAUBE** ist Buchhändler und SF-Fan.*

INFO

Ob die Reihe mit den Abenteuern des Ijon Tichy fortgesetzt wird, war bis Redaktionsschluss noch offen. Nähere Infos hierzu unter: ijontichy.de/

Die Miniserie ist auch auf DVD erhältlich: science-shop.de/artikel/869153.

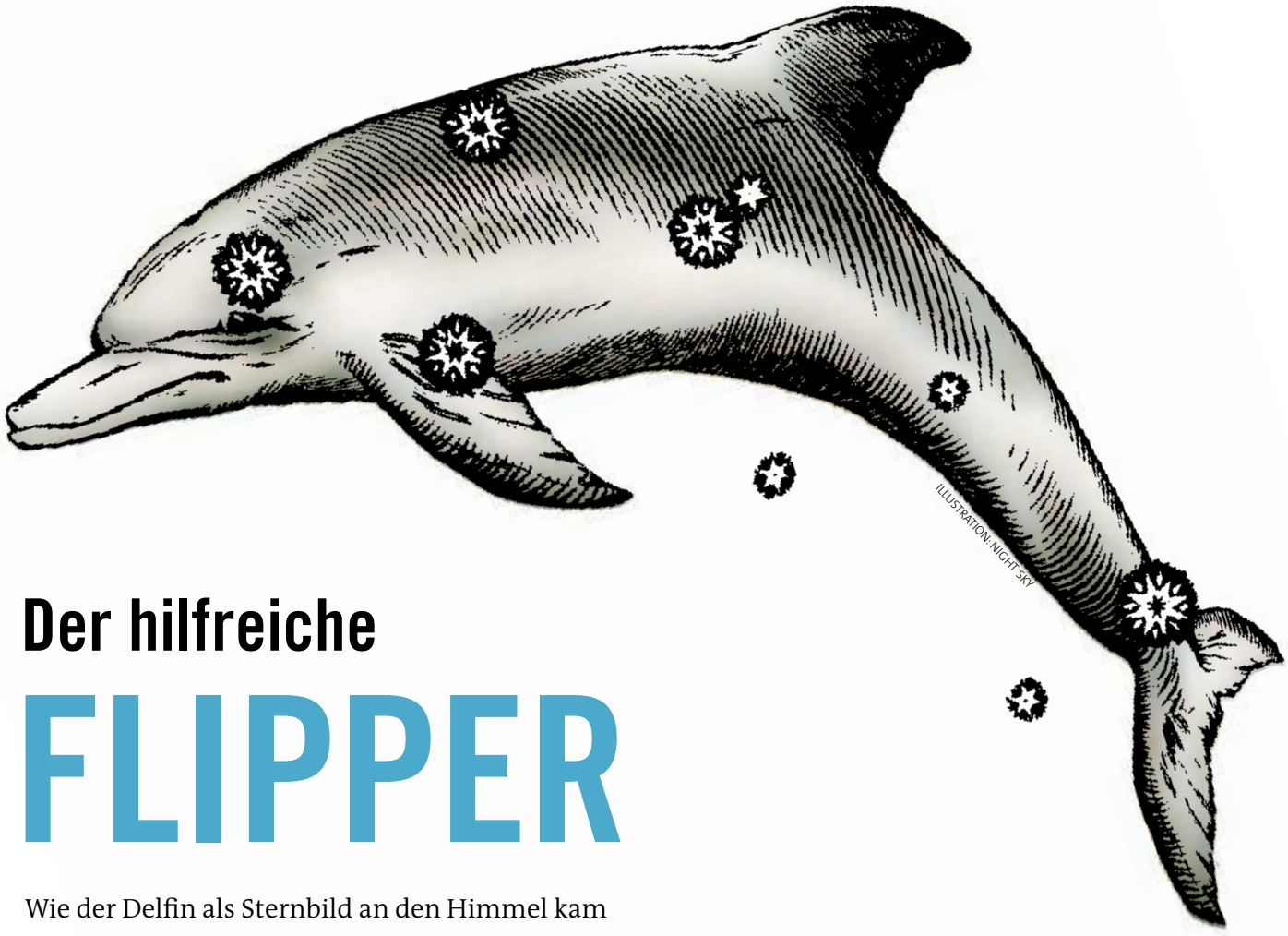


ILLUSTRATION: NIGHT SKY

Der hilfreiche FLIPPER

Wie der Delfin als Sternbild an den Himmel kam

VON STEPHEN D'AGOSTINO

Meine erste drehbare Sternkarte erhielt ich als Achtklässler von meinem Naturkundelehrer. Damit lernte ich die wichtigsten Sternbilder am Nachthimmel kennen. Ich entdeckte unter anderem den Löwen, den Großen und den Kleinen Wagen. Zumindest dachte ich das. Bis ich 22 Jahre später an einem schönen Septemberabend mit einem Freund am Strand von Cape Cod saß – einer Halbinsel an der amerikanischen Ostküste. Wir beobachteten die Sterne und ich zeigte ihm meinen geliebten Kleinen Wagen. Doch mein Freund sagte, das dort oben könne er unmöglich sein, schließlich läge die Sternanhäufung, auf die ich gerade zeige, im Süden. Also wandten wir uns nach Norden und er erklärte mir, wie man anhand der beiden auffälligen hinteren Sterne den Kleinen Wagen leicht am Nordhimmel finden kann.

Als ich in jener Nacht nach Hause kam, kramte ich meine alte – und viel zu selten benutzte – drehbare Sternkarte hervor und fand heraus, dass das Sternbild, das ich immer für den Kleinen Wagen gehalten hatte, in Wirklichkeit der Delfin ist.

Retter in der Not

Also beschloss ich, mir die Sternbilder noch einmal neu einzuprägen. Trotzdem sehe ich im Delfin immer noch den wahren Kleinen Wagen – den »Little Dipper«, also die »Kleine Kelle«, wie die Amerikaner sagen. Denn so sieht er tatsächlich aus – und klein ist er auch. Doch es lässt sich auch leicht nachvollziehen, warum unsere Vorfahren dieses Sternbild Delfin tauften. Die kompakte Form der fünf Hauptsterne ähnelt einem Delfin, der gerade einen Sprung aus dem Wasser macht – aus der nahen Milchstraße heraus in einen weniger dicht von Sternen durchsetzten Bereich am Himmel. Aber wie kam es dazu, dass ein Meeressäuger dort oben ein neues Zuhause fand? Es gibt viele Erklärungsversuche dazu – doch mir gefällt folgende Geschichte aus der griechischen Mythologie am besten. Sie handelt von einem Musiker und Sänger namens Arion.

Unterstützt von Periander, dem König von Korinth, hatte Arion mit seiner Musik Berühmtheit erlangt und wollte nun auch anderswo bekannt werden. Periander ließ ihn auf Reisen gehen und stellte ihm ein Schiff zu Verfügung, das ihn nach Sizilien bringen sollte. Dort war Arion genauso er-

folgreich wie in Griechenland und machte ein großes Vermögen.

Auf dem Heimweg erschien ihm im Traum Apollo, der Gott der Künste. Er warnte Arion, dass die Schiffsbesatzung ihn töten wolle, um sein Geld zu stehlen. Die schlimme Prophezeiung sollte sich schon am nächsten Tag bewahrheiten. Als die Seeleute den Musiker bedrohten, bat er um einen letzten Wunsch. Er wolle sich seine feinsten Gewänder anziehen und sich selbst ein Trauerlied spielen. Der Wunsch wurde ihm gewährt. Arion spielte auf seiner Leier und sang dazu ein Lied, das die Tiere des Meeres bezauberte – auch die Delfine. Noch während er sang, sprang er über Bord. Doch es geschah etwas Unglaubliches: Ein Delfin bot ihm seinen Rücken, hielt seinen Kopf über Wasser und brachte ihn unversehrt bis nach Taenarum auf der griechischen Halbinsel Peloponnes. Von dort aus gelangte der Sänger zurück nach Korinth, wo er König Periander die ganze Geschichte erzählte.

Obwohl der Überfall nicht so abgelaufen war wie geplant, hielten die Seeleute Arion für tot. Sie erzählten Periander, der Musiker sei in Sizilien geblieben. Es habe ihm dort so gut gefallen. Da ließ der König Arion hervortreten, und zwar so gekleidet, wie er in die Fluten gesprungen war. Die Lüge der Seeleute flog auf, Arion erhielt sein Vermögen zurück und Periander ließ die Diebe hinrichten. Um Apollo für die Warnung zu danken, baute Arion ihm ein Denkmal in Delfinform, und der Gott erhob den Meeressäuger an den Himmel.

Eine andere Legende besagt, dass Poseidon, der König der Meere, die schöne Nymphe Amphitrite heiraten wollte, die aber vor ihm floh. Poseidon schickte unzählige Kundschafter, um sie ausfindig zu machen. Schließlich entdeckte ein Delfin die Gesuchte im Atlasgebirge, das sich heute über Marokko, Algerien und Tunesien erstreckt. Der charmante und wortgewandte Delfin überredete Amphitrite, nach Hause zurückzukommen, Poseidon zu heiraten und Königin der Meere zu werden. Im Gegenzug für diesen Gefallen erklärte Poseidon den Delfin zu einem heiligen Tier und versetzte ihn als Sternbild an den Himmel.

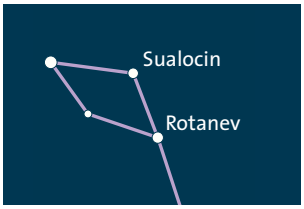
Dreieck am Herbsthimmel

Den Delfin dort zu finden, ist nicht so schwer, wie es für ihn selbst gewesen sein muss, Amphitrite aufzuspüren. Er erreicht seinen höchsten Stand am südlichen Horizont im September und Oktober, wenn der klare Herbsthimmel sich gegen den Dunst durchsetzt, der im August oft die Nordhalbkugel überzieht. Der Delfin formt die Spitze eines Dreiecks mit dem schillernden Stern Atair zu seiner Rechten und dem weniger hell leuchtenden Enif zu seiner Linken (Karte unten). Obwohl die Konstellation klein ist und ihre Sterne schwach leuchten, hebt sie sich gut vom Nachthimmel ab.

Der Delfin beeindruckt selbst in einem kleinen Feldstecher mit seiner Schönheit. Durch ein Fernrohr mit vierzigfacher Vergrößerung erkennt man, dass die Spitze seiner Schnauze, Gamma, aus einem Doppelstern besteht.

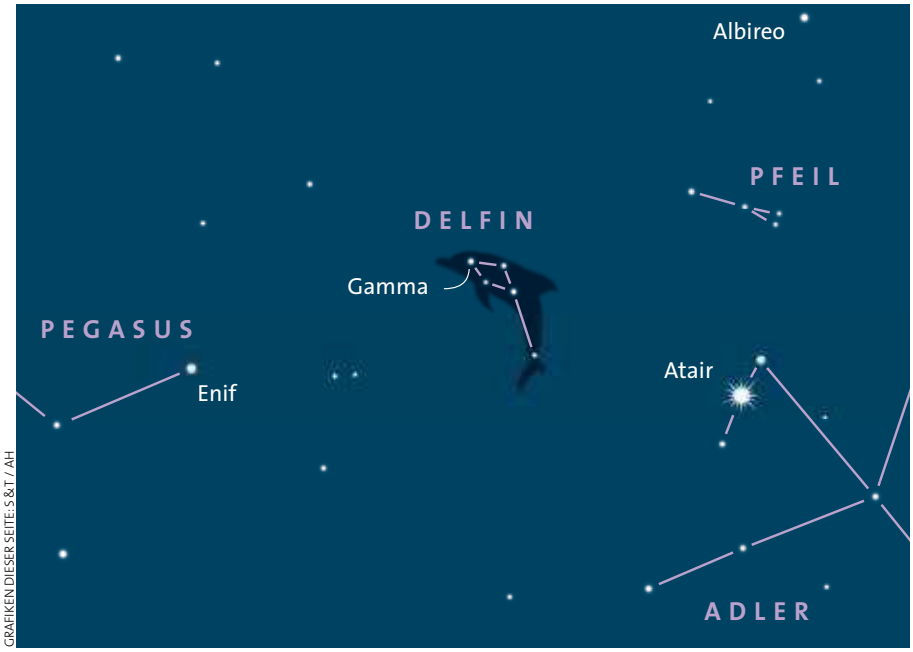
Begeben doch auch Sie sich im September und Oktober auf Arions Spuren und reiten Sie mit ihm auf dem Rücken des Delfins hinauf in den Himmel. <<

STEPHEN D'AGOSTINO *besitzt heute eine neue drehbare Sternkarte. Seine erste erhielt er vor 26 Jahren von seinem Lehrer. Für diesen Artikel konnte er sie noch gut gebrauchen.*



NAMENSRÄTSEL

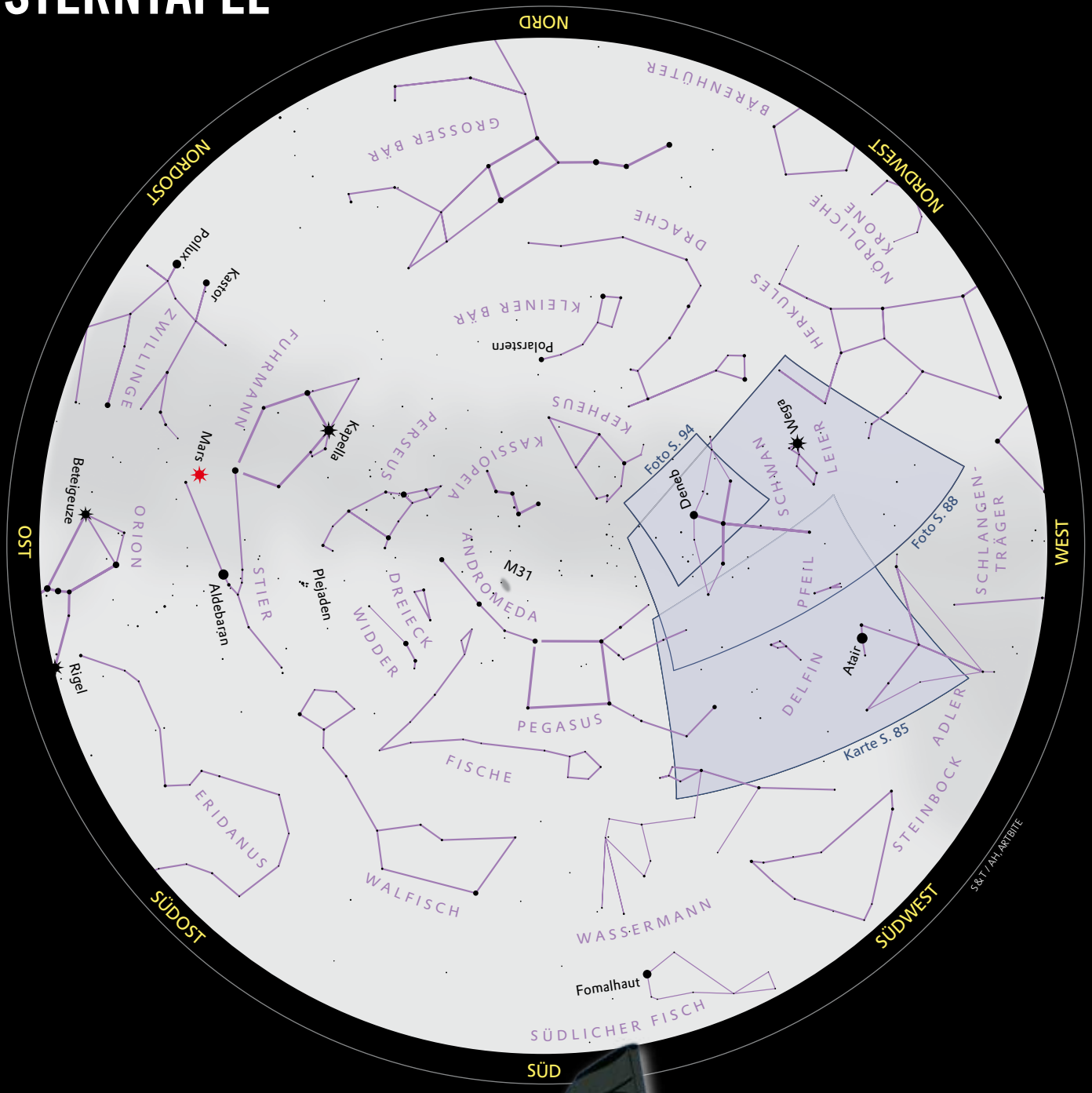
Die Sterne des Delfins haben keine traditionellen Namen. Die alten Griechen bezeichneten sie als Alpha, Beta und so weiter. Im Jahr 1814 nannte der sizilianische Astronom Giuseppe Piazzi die beiden hellsten Sterne Sualocin und Rotanev. Wie er darauf kam, blieb lange unklar. Erst 1859 stellte man fest, dass sich daraus rückwärts gelesen der Name Nicolaus Venator ergibt – so hieß Piazzis Assistent Niccolò Cacciatore auf Lateinisch.



GRAFIKEN DIESER SEITE: S&T / AH

An klaren September- und Oktoberabenden taucht der Delfin blass, aber deutlich erkennbar hoch im Süden aus dem Sternenmeer auf.

STERNTAFEL



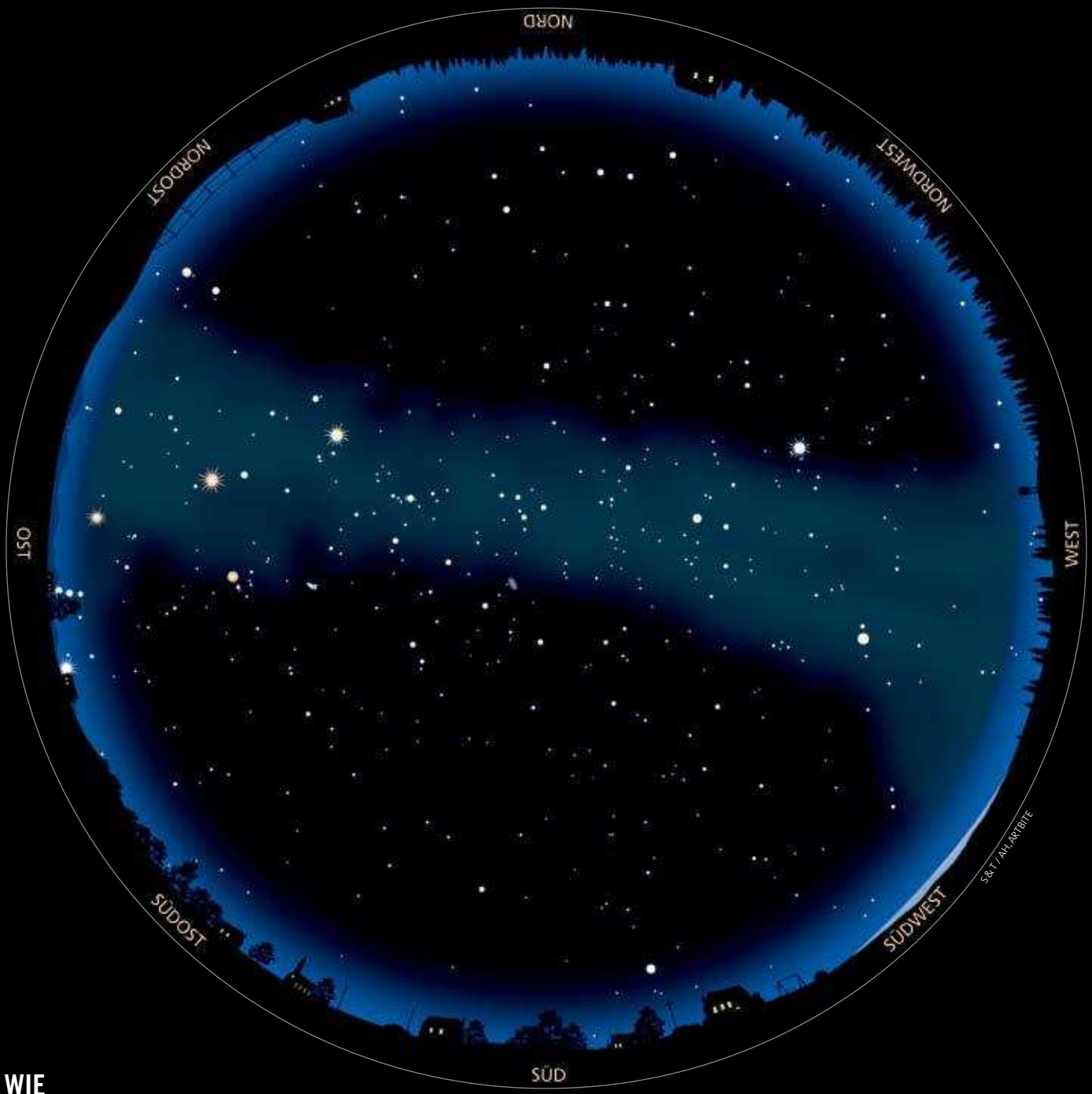
WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

zweite Augusthälfte:	3 Uhr°
zweite Oktoberhälfte:	23 Uhr°
zweite Dezemberhälfte:	18 Uhr*

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

AH, SIGANIM



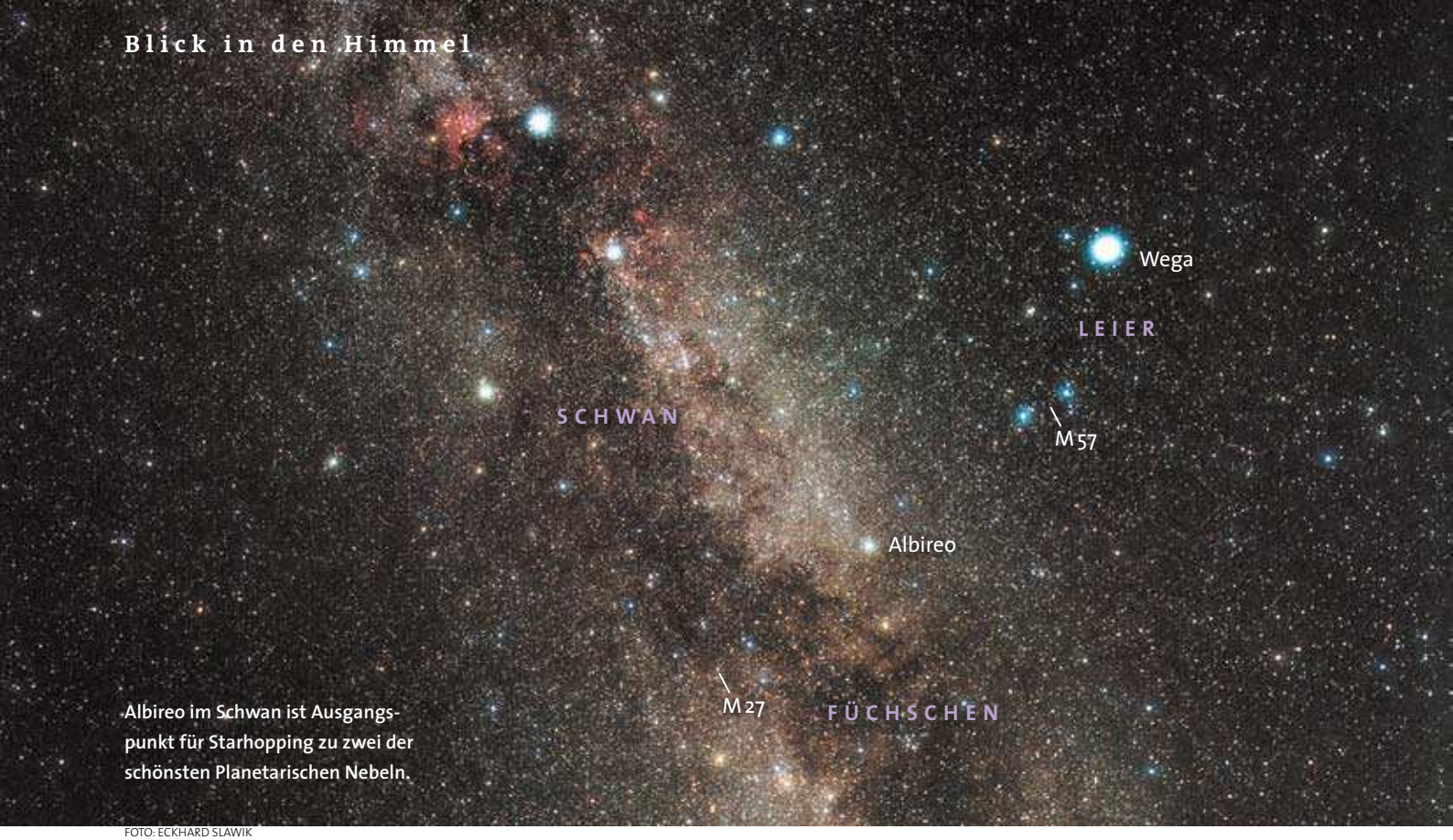
WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, die Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen direkt über dem Horizont. Die im Zentrum dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Das Herbstviereck von Pegasus und Andromeda läuft gerade in Zenitnähe durch den Meridian. Somit hat auch der Andromedanebel (M 31) eine besonders günstige Position für Beobachtungen. Mars ist im Osten gerade aufgegangen. Da er sich recht schnell in Richtung Zwillinge bewegt, steht er Ende September um die angegebene Zeit niedriger als zu Monatsbeginn.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.



Albireo im Schwan ist Ausgangspunkt für Starhopping zu zwei der schönsten Planetarischen Nebeln.

FOTO: ECKHARD SLAWIK

PLANETARES AM FRÜHHERBSTHIMMEL

Zwischen Mücken- und Frostsaison liegt der September – für viele Sternfreunde der beste Beobachtungsmonat des Jahres.

VON KEN HEWITT-WHITE

Der Sommer ist noch nicht ganz vorbei und das Dreieck aus Wega, Atair und Deneb schwebt bei Einbruch der Nacht hoch über uns. Wir können also auf exzellente Deep-Sky-Beobachtungen hoffen.

Zum Beispiel zwei besondere Planetarische Nebel. Da ist einmal M 27, der Hantelnebel im unscheinbaren Sternbild Füchschen (»Vulpecula«, Foto oben). Mit nur 900 Lichtjahren Entfernung und 7,3ter Größe ist er einer der hellsten am ganzen Himmel. Suchen Sie ihn knapp 8,5 Grad südöstlich von Albireo, dem Kopfstern des Schwans (β Cyg, 3. Größe), einem der schönsten Doppelsterne am Himmel.

Mit einer Größe von 8 × 6 Bogenminuten ist M 27 schon etwas für einen Vierzöller. Seine zweigeteilte Natur zeigt sich in den beiden dreieckigen Flügeln, die sich in Nord-Süd-Richtung auffächern.

M 57 oder Ringnebel lauten die Namen des zweiten Vertreters. Sie finden ihn in der Leier – 9,5 Grad nordwestlich von Albireo – zwischen den Sternen Gamma und Beta Lyrae (γ und β Lyr, beide 3. Größe). Im Vergleich zum Hantelnebel ist der Ringnebel mit 1400 Lichtjahren weiter entfernt, mit 8,8ter Größe leuchtschwächer und außerdem wesentlich kleiner, nämlich nur 1,3 × 1 Bogenminute. Dass der Ringnebel trotzdem das beliebtere Ziel ist, liegt an seiner Form. All seine Leuchtkraft scheint im Ring konzentriert, und so kann ihn selbst ein Drei-Zoll-Fernrohr bei geringer Vergrößerung als winzigen grauen Kringel auflösen. Stellen Sie die Vergrößerung ruhig hoch ein.

KALENDER

- **7.9.** Venus wird prograd
- **11.9.** Neumond, 14.44 Uhr; partielle Sonnenfinsternis in Südamerika und der Antarktis
- **19.9.** erstes Mondviertel, 18.47 Uhr
- **23.9.** Herbstanfang, 11.51 Uhr; Venus in größtem Glanz
- **26.9.** Vollmond, 21.45 Uhr
- **29.9.** Merkur in größter östlicher Elongation; Bedeckung von ε Ari (21.03 bis 21.47 Uhr)

Planeten im September

Jupiter hat leicht abgenommen auf –2. Größe, doch er bleibt ein beeindruckender Anblick (Artikel S. 90 und Glanzlichter S. 72/73). Nur gut fünf Grad über Antares bewegt sich der Planet nun wieder in Vorwärtsrichtung, also nach Osten. Zur Monatsmitte hin finden Sie ihn bei Einbruch der Nacht schon weit jenseits des Meridians, noch vor Mitternacht verschwindet er vom Himmel.

Mars zieht bald, nachdem der Gasriese im Südwesten verschwunden ist, im Nordosten die Aufmerksamkeit auf sich. In den Hörnern des Stiers (»Taurus«, Sterntafel S. 86) legt er diesen Monat auf 0. Größe zu. Zum Monatsende geht er rund eine Stunde vor Mitternacht auf und macht sich in der Dämmerung an den Meridiandurchgang. Sein Planetenscheibchen bringt es auf fast zehn Bogensekunden.

Venus rückt mittlerweile nach und strahlt im Osten mit –4,5ter Größe. Mitte des Monats geht sie etwa drei Stunden vor der Sonne im Sternbild Krebs (»Cancer«) auf und erreicht in der Dämmerung eine Horizonthöhe von mehr als zwanzig Grad (Grafik rechts). Verpassen Sie den berauschenden Anblick im Teleskop nicht. Geringe Vergrößerungen zeigen die zunehmende Sichel, die zu zwanzig Prozent von der Sonne bestrahlt ist und am Himmel 42 Bogensekunden durchmisst.

Saturn steckt Anfang September mit 0,7ter Größe noch tief im morgendlichen Zwielicht. Zum Monatsende jedoch zeigt er sich volle drei Stunden vor der Sonne. Dazwischen nähert sich ihm die Venus immer weiter (Grafik rechts). In den letzten Septembertagen schließlich nehmen die beiden Planeten den Löwen-Hauptstern Regulus in eine zehn Grad große Zange.

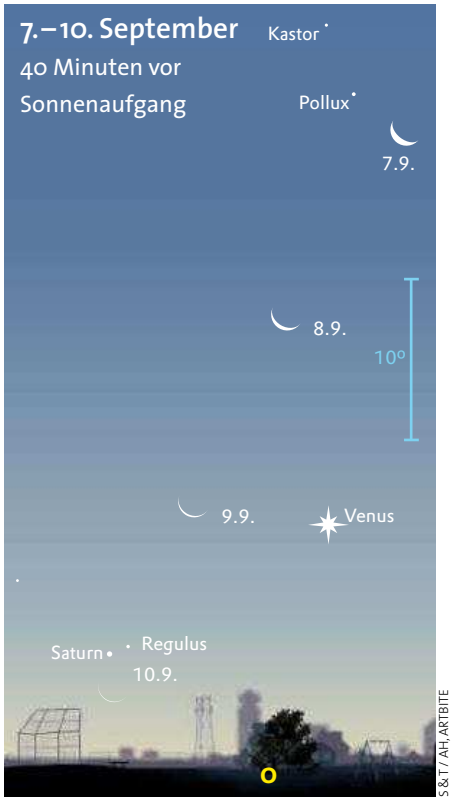
Merkur kehrt aus seiner oberen Konjunktion im vergangenen Monat zurück. Während der letzten Septemberwoche ist der scheue kleine Planet so schlecht zu sehen wie im ganzen restlichen Jahr nicht. Er befindet sich mit 0. Größe in der Jungfrau (»Virgo«), am 22. gleich neben deren Hauptstern 1. Größe, Spika (Alpha Virginis, α Vir). Um das zu sehen, werden Sie einen Feldstecher brauchen. Das Problem besteht darin, dass er südwärts von der Sonne weg durch den Tierkreis zieht. Wenn der Planet am 29. seine größte östliche Elongation erreicht, steht er deshalb bei Sonnenuntergang gerade einmal fünf Grad über dem Westsüdwesthorizont und geht kurze Zeit später unter.

Der Mond startet am 1. September 19 Tage alt in den Fischen (»Pisces«, Grafik unten). Am Morgen des 3. nimmt er Anlauf für eine Plejadenbedeckung, wobei jedoch nur Amerikaner auf ihre Kosten kommen. Ein Grad neben Elnath (Beta Tauri, β Tau) geht er am Abend des 4. um halb zwölf auf. Seine dünne Sichel steht in der Morgendämmerung des 8. neben M 44 im Krebs.

Nach Neumond saust der Trabant im Tiefflug in der Abenddämmerung des 17. ein gutes Grad südlich an Pi Scorpii (π Sco, 3. Größe) vorbei. In der Nacht vom 23. auf den 24. nähert er sich Deneb Algedi (Delta Capricorni, δ Cap, 3. Größe) im Steinbock.

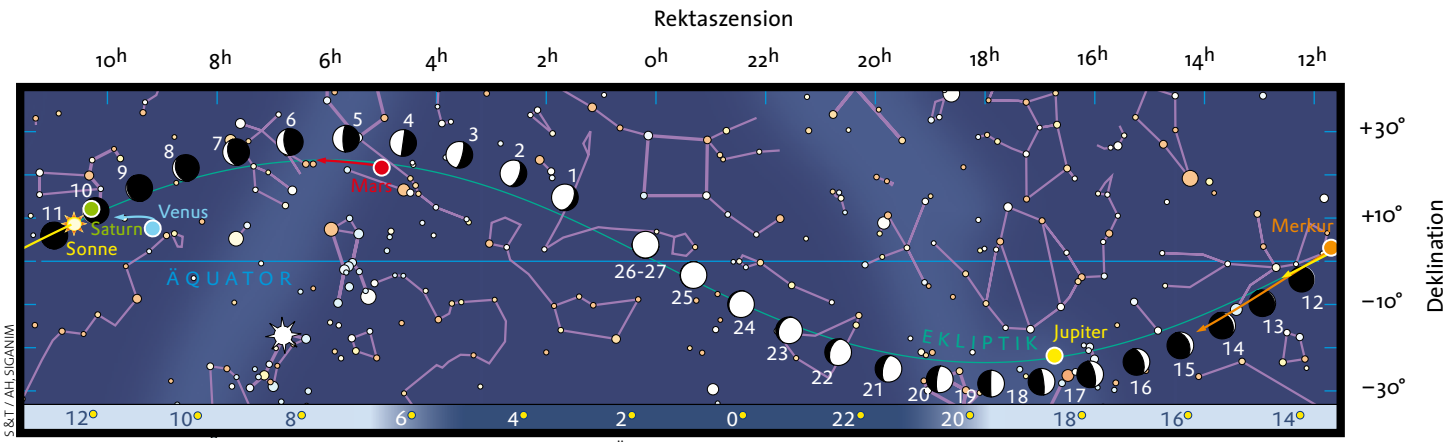
Zum Ende des Monats noch ein kleines Highlight: Kurz nach Mondaufgang am 29. führt der Mond um 21 Uhr seinen beliebten Verschwindetrick mit Epsilon Arietis (ε Ari) vor. Nach einer Dreiviertelstunde zieht er – an seinem dunklen Rand – den 5.-Größe-Stern wieder aus dem Hut. <<

KEN HEWITT-WHITE hat von Kanada aus den vollen Durchblick am Himmel.

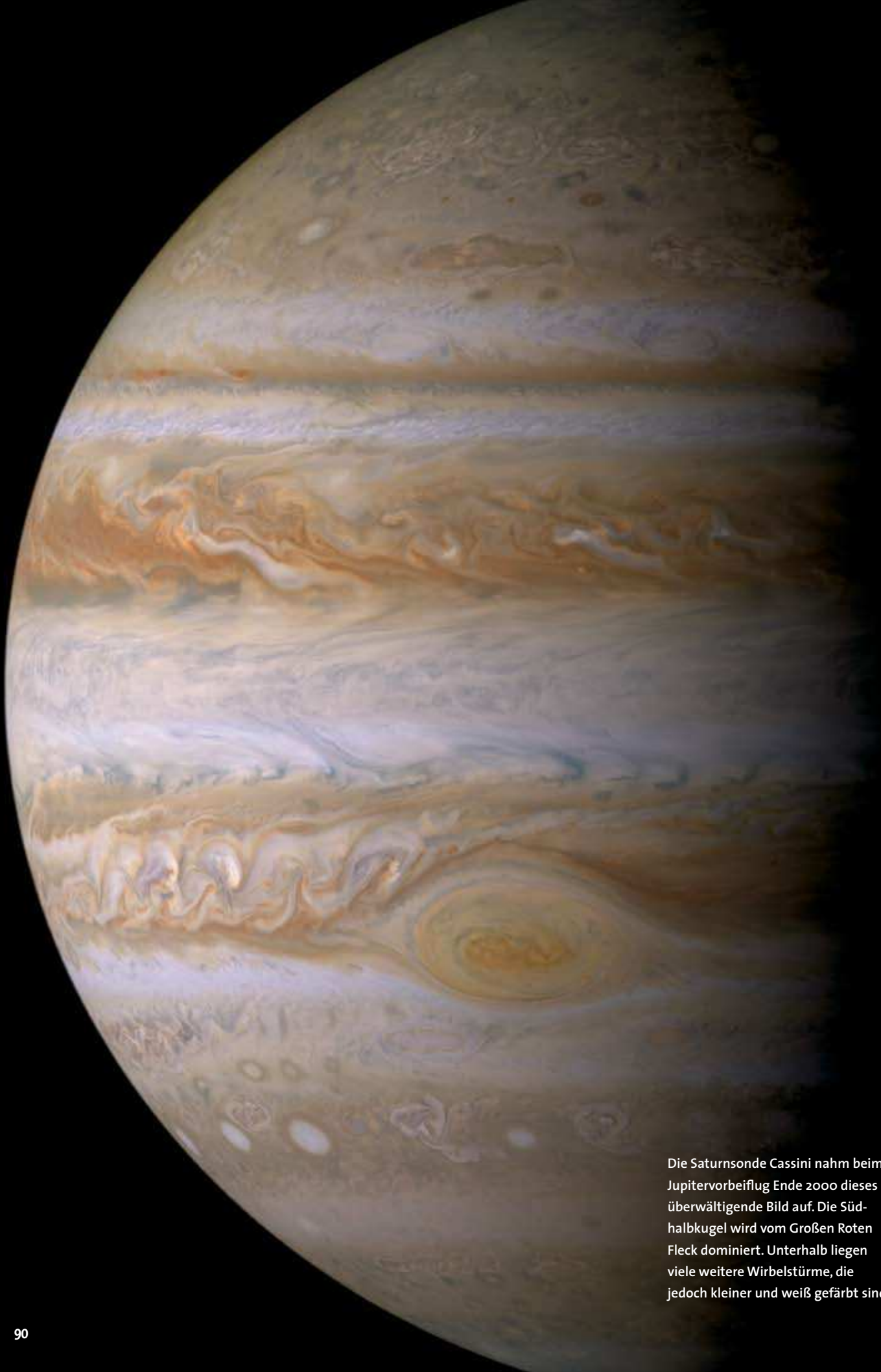


Frühaufstehen mit Feldstecher – legen Sie sich am 10. September ab 6 Uhr auf die Lauer: Regulus, Saturn und der 28 Tage alte Mond stehen in einem Kreis von nur gut 2,5 Grad Durchmesser!

Die Pfeile im Monatspanorama kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die Zeit an, wann der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.



Die Saturnsonde Cassini nahm beim Jupitervorbeiflug Ende 2000 dieses überwältigende Bild auf. Die Südhalbkugel wird vom Großen Roten Fleck dominiert. Unterhalb liegen viele weitere Wirbelstürme, die jedoch kleiner und weiß gefärbt sind.

NASA,JPL / U.ARIZONA

JUPITER –
König der Septemberabende

Benutzen Sie Ihr Teleskop – oder einen ordentlichen Feldstecher –, um den größten Planeten des Sonnensystems zu erkunden.

VON ANDREW CHAIKIN

Eine meiner Lieblingsszenen in dem Sciencefictionklassiker »2001: Odyssee im Weltraum« zeigt die Ankunft eines einsamen Astronauten beim Jupiter, wobei der riesige Planet in der Schwärze des Alls schwebt, umgeben von einer Hand voll Monde. Den Flug echter Raumfahrer zum Jupiter werden wir mit einiger Sicherheit nicht mehr selbst erleben. Aber in diesem Spätsommer hat er einen beeindruckenden Auftritt am Abendhimmel und lädt uns zu unserer eigenen Odyssee im Weltraum ein.

Jupiter repräsentiert den römischen Göttervater – das Pendant des griechischen Zeus – und beherrscht als größter Planet das Sonnensystem. Obwohl er Anfang September mehr als 750 Millionen Kilometer von uns entfernt ist, macht ihn seine enorme Größe (siehe »In Zahlen«, rechts) zu einem lohnenden Ziel für fast jedes Fernrohr.

Sie werden ihn ohne Probleme finden. Er ist heller als jeder Fixstern am Himmel, nur Mond und Venus überstrahlen ihn in diesen Nächten. Jupiter hat jetzt noch eine gute Position für Beobachtungen am frühen Abendhimmel und schimmert cremeweiß im Südsüdwesten. In den nächsten Monaten nähert er sich dem Horizont jedoch immer mehr an; Mitte Oktober geht er bereits zweieinhalb Stunden nach der Sonne unter.

Schon mit einem größeren Feldstecher von etwa 70 Millimeter Linsendurchmesser können Sie den Gasriesen erkunden. Bereits bei siebenfacher Vergrößerung se-hen Sie nicht nur den Planeten, sondern auch seine vier größten Monde. Lehnen Sie sich irgendwo an, damit Sie das Fernglas ruhig halten können. Dann werden Sie bis zu vier Lichtpunkte sehr nahe an Jupiters heller Scheibe ausmachen. Der Ansbacher Astronom Simon Mayr nannte sie Io, Europa, Ganymed und Kallisto. Sie liegen nahe einer gedachten Linie, die quer über den Planeten verläuft (siehe Grafik S. 92 unten). Da Galileo Galilei sie – etwa zeitgleich mit Mayr – entdeckte, kurz nachdem er 1609 erstmals ein Teleskop gen Himmel richtete (AH 4/2007, S. 36), heißen die vier »Galileische Monde«.

Übrigens: Moderne Feldstecher liefern ein besseres Bild von Jupiter als Galileis Fernrohr. Der Rest der insgesamt 63 Trabanten sind zu lichtschwach, als dass Sie sie ohne ein Sternwarten-Teleskop erspähen könnten.

Scharfe Monde

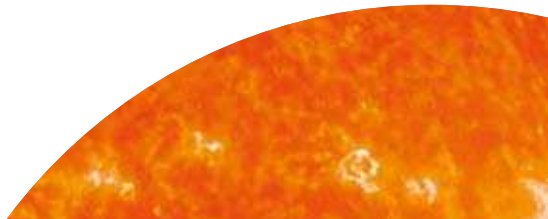
Natürlich ist die eigentliche Attraktion Jupiter selbst, und die ersten Details offenbaren sich in fast jedem Teleskop. Allerdings sind seine Strukturen recht dezent, daher müssen Sie perfekt scharfstellen. Orientieren Sie sich an den Galileischen Monden: Sie haben den genauen Fokus erreicht, wenn diese als kleine, nadelfeine Pünktchen erscheinen.

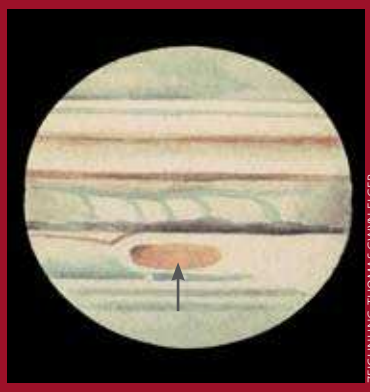
Auch wenn Sie nur ein kleines Teleskop mit einer Öffnung von acht oder zehn Zentimetern (Hauptspiegel oder Linse) besit-

IN ZAHLEN

- **Jupiter besitzt knapp ein Tausendstel** der Masse der Sonne – das Zweieinhalbfache aller anderen Planeten zusammen
- **Abstand von der Sonne:** 780 Millionen Kilometer (5,2 AE), Jahresdauer: 11,9 Erdjahre
- **Durchmesser am Äquator:** 143 000 Kilometer (elffacher Erddurchmesser)
- **Entfernung von der Erde:** 3,9 bis 6,5 AE
- **Größe des Jupiterscheibchens**: 30 bis 50 Bogensekunden (rund ein Fünfzigstel des Monddurchmessers)

Größenvergleich Erde–Jupiter–Sonne 1:11:109





ZEICHNUNG: THOMAS GWYN ELGER

FOTO: ED GRAFTON

EWIGER STURM

Jupiters Großer Roter Fleck (Pfeil) ist im Lauf der Zeit kleiner und blasser geworden. Vergleichen Sie einmal die Zeichnung von Thomas Gwyn Elger aus dem Jahr 1881 (oben) mit dem Foto, das der texanische Amateur Ed Grafton 120 Jahre später aufgenommen hat.

zen, können Sie ein Paar bräunlicher Linien parallel zum Äquator des Planeten wahrnehmen. Das sind relativ dunkle Wolkenbänder in Jupiters dichter Atmosphäre. Eine undurchsichtige, wolkige Gashülle ist alles, was wir von ihm und den anderen Gasriesen Saturn, Uranus und Neptun sehen. Keiner dieser Planeten des äußeren Sonnensystems hat eine echte Oberfläche, sondern ihr fester Kern liegt jeweils viele tausend Kilometer unter der Wolkendecke.

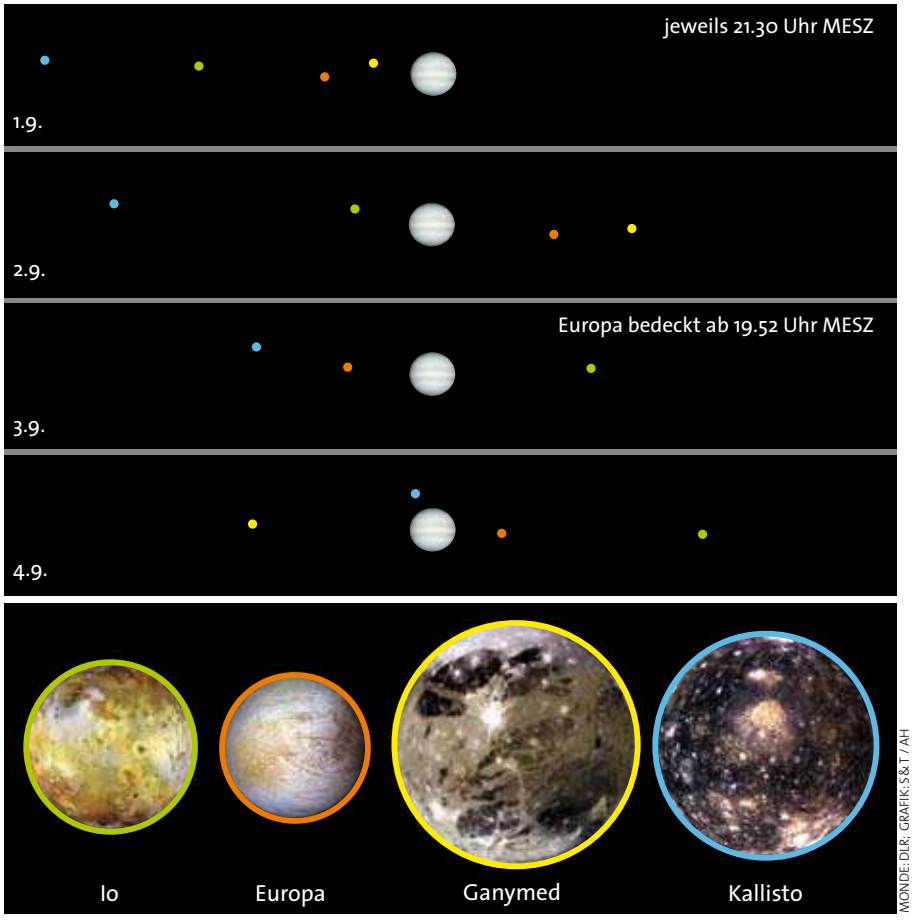
Querstreifen machen dick

Wenn Sie sich Jupiters Form aufmerksam ansehen, werden Sie noch etwas bemerken: Er ist nicht kugelrund, sondern leicht abgeplattet. Denn er rotiert so schnell, dass seine Äquatorregion sich nach außen wölbt. Ein Tag dauert lediglich zehn Stunden! Jupiter besteht vor allem aus Wasserstoff und Helium, denselben Gasen, aus denen auch unsere Sonne besteht. Hätte er bei seiner Entstehung hundertmal mehr Masse abbekommen, wäre er ebenfalls zu einem Stern geworden – und in unserem Planetensystem gäbe es zwei Sonnen.

Mit ein wenig Übung und bei höheren Vergrößerungen – möglichst an einem Teleskop mit mindestens 15 Zentimeter Öffnung (sechs Zoll) – werden Sie weitere Details auf seiner Oberfläche ausmachen (Foto rechte Seite Mitte). Neben den beiden dunklen Wolkenbändern am Äquator gibt es weitere helle Zonen und dunkle Bänder. Obwohl die kleinsten Wolkenstrukturen sich innerhalb von Tagen oder Wochen ändern können, ist das zu Grunde liegende Muster aus Bändern und Zonen seit Jahrhunderten bemerkenswert konstant.

Die unterschiedlich getönten Streifen haben ihren Ursprung in der Auf- und Abbewegung von Gasmassen in der oberen Atmosphäre. Niemand weiß mit Sicherheit, was genau ihre Färbung verursacht. Die Wissenschaftler gehen aber davon aus, dass eine Reihe von Molekülen – darunter einige schwefelreiche Verbindungen – dazu beitragen. Wir wissen, dass die unterschiedlichen Farben der Wolken mit ihrer Höhe zusammenhängen. Die tiefsten Schichten sehen bläulich aus, darüber kommen erst bräunliche Wolken und zuletzt weiße.

Das bekannteste Merkmal des Planeten ist der Große Rote Fleck (GRF) – ein gigantischer, ovaler Wirbelsturm mit dem dreifachen Durchmesser unserer Erde. Er wur-



MONDE: DLR; GRAFIK: S&T / AH

Jupiters vier größte Monde benötigen zwischen zwei (Io) und 17 Tagen (Kallisto), um den Planeten einmal zu umrunden. In einem guten Fernglas oder einem niedrig vergrößernden Teleskop ändert sich ihre Lage daher ständig.

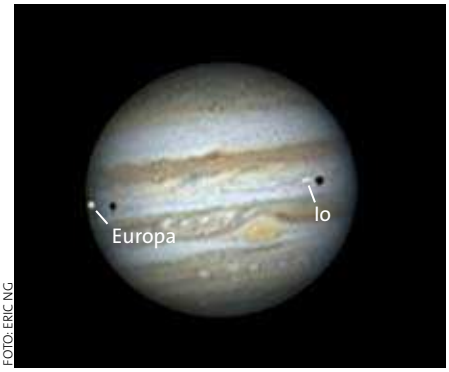


FOTO: ERIC NG

Häufig ziehen ein Mond und sein Schatten über Jupiter hinweg. Noch faszinierender ist es, wenn zwei Trabanten (meist Io und Europa wie in diesem Foto) gleichzeitig vor ihm stehen. Solch ein Ereignis wird als Schlangenaugen bezeichnet, ist aber von Mitteleuropa aus dieses Jahr nachts nicht mehr zu sehen.

de erstmals vor 150 Jahren von Wissenschaftlern beschrieben – möglicherweise ist er jedoch viel viel älter. Über die Jahre hat der Große Rote Fleck sein Aussehen verändert; heutzutage ist er bei Weitem nicht so intensiv gefärbt wie noch vor einigen Jahrzehnten, sodass es etwas Geduld braucht, um ihn zu finden.

Am besten halten Sie dann nach ihm Ausschau, wenn er in der Mitte des Planetenscheibchens steht. Die entsprechenden Zeiten finden Sie online, beispielsweise auf der Webseite »Transit Times of Jupiter's Great Red Spot« unter skyandtelescope.com/redspot. Wenn Sie ihn gefunden haben, behalten Sie ihn für den Rest des Abends im Auge – dann können Sie verfolgen, wie er über die Oberfläche wandert, während der Planet sich dreht.

Es gibt noch viele weitere Wirbelstürme, die alle kleiner sind als der GRF (Foto S. 90). Anfang 2006 wuchs einer von ihnen zum »Großen Fleck junior« heran (AH 9/2006, S. 38). Um ihn ausmachen zu können, brauchen Sie jedoch »schweres Gerät«.

Tanz der Monde

Mit ihren Bewegungen um Jupiter geben die Galileischen Monde in jeder Nacht Anschauungsunterricht in Sachen Himmelsmechanik. Von innen nach außen heißen sie Io, Europa, Ganymed und Kallisto. Obwohl sie »nur« Monde sind, ist jeder davon eine faszinierende Welt. Kallisto, ganz weit draußen, ist eher dunkel und mit Kratern übersät. Der größte, Ganymed, hat einen Durchmesser von mehr als 5200 Kilometern – größer als der Planet Merkur. Europa ist eine Eiskugel, unter deren Kruste ein Ozean aus flüssigem Wasser verborgen liegt – und vielleicht, wie einige Wissenschaftler spekulieren, lebensfreundliche Bedingungen. Io, der innerste der vier, wird ständig von Eruptionen erschüttert. Er ist im gesamten Sonnensystem derjenige Himmelskörper mit der höchsten vulkanischen Aktivität.

Jeder dieser Monde verändert auf seiner Bahn um Jupiter seine Position von Nacht zu Nacht merklich – ja, sogar von Stunde zu Stunde (Grafik linke Seite unten). Ohne eine Referenzkarte wie im AH-Jahrbuch DER HIMMEL 2007 oder ein Computerprogramm ist es daher fast unmöglich, die Monde zu identifizieren. Eine gute Online-Quelle ist »Chasing the Moons of Jupiter« auf skyandtelescope.com/jupmoons.

Besonders faszinierend ist es, wenn einer oder mehrere der Galileischen Monde vor Jupiter vorüberziehen. Während eines solchen Transits ist es nicht allzu schwierig, den kleinen schwarzen Schatten des Monds auf der hellen Wolkendecke des Planeten auszumachen. Den Mond selbst zu erkennen, ist während des Transits schon eher eine Herausforderung. Je größer Ihr Teleskop ist, umso stärker können Sie das Bild vergrößern und umso besser sind Ihre Chancen.

Ebenfalls sehenswert ist es, wenn ein Mond in den Jupiterschatten eintritt, sich hinter das Planetenscheibchen schiebt oder wieder zum Vorschein kommt. Die oben erwähnte Internetseite enthält auch Informationen über Transits und Finsternisse.

Wenn Sie Jupiter beobachten – genau wie jeden anderen Planeten –, üben Sie sich zunächst in Geduld! Die feinen Details werden Ihnen erst mit etwas Erfahrung auffallen. Je länger Sie durchs Okular schauen, desto mehr erkennen Sie. Und wenn Sie einmal mit Ihrem Teleskop zu Jupiter gereist sind, werden Sie den Trip immer wieder machen wollen. <<

ANDREW CHAIKIN *hat zusammen mit J. Kelly Beatty und Carolyn Collins Petersen »The New Solar System« herausgegeben, eine Zusammenstellung unseres Wissens über die Planeten und Monde des Sonnensystems.*

FOTO: ANDREW CHAIKIN

SECHSZÖLLER GEFRAGT

Jupiters Anblick sollte in einem mittelgroßen Amateurteleskop diesem Foto ähneln. Die beiden prägnanten, bräunlichen Wolkenbänder sind das Nördliche und Südliche Äquatorialband. Achten Sie auf die leicht abgeplattete Form des Planeten, die durch seine schnelle Rotation entsteht.

Ein echt
heißes T-Shirt

Neben den Sonnenflecken und Sonnenwinden sind die Protuberanzen typische Erscheinungen erhöhter Sonnenaktivität. Die 10 000 Grad heißen und viele hundert Kilometer pro Sekunde schnellen Protuberanzen können bis in eine Million Kilometer Höhe reichen. Während die ruhenden Protuberanzen langlebig sind und über Jahre hinweg bestehen, bleiben die eruptiven Protuberanzen nur für Minuten oder Stunden sichtbar. Farbe: schwarz; Größe XL, 100 % Baumwolle. Preis: 14,50 € (zzgl. Versand). Diese und weitere Geschenkideen finden Sie unter

www.spektrum.com/lesershop

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße 3–5 | 69126 Heidelberg | Tel 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751 | service@spektrum.com

Spektrum DER WISSENSCHAFT Wissen aus erster Hand

FELDSTECHERTIPP

M 39: HERBSTLICHE VORHUT

Mit den Spätsommernächten beginnt sich auch der Jahreskreislauf am Himmel allmählich zu schließen. Es ist die ideale Beobachtungszeit für M 39 als ersten Vertreter der offenen Sternhaufen des Herbstes, zu denen auch h und Chi Persei (h & χ Per) zählen. Sie finden ihn mitten in der Sommermilchstraße des Schwans (siehe auch Foto S. 88). Bei einem »Spaziergang« durch diese wunderbar strukturierte Region werden Sie förmlich über M 39 stolpern. Starten Sie bei Deneb (Foto unten), der den Schwanz des Schwans und die Spitze des Sommerdreiecks markiert. Gut neun Grad nordöstlich, in Richtung des Sternbilds Kepheus (siehe Karte S. 86), taucht die lockere, aber vergleichsweise helle Verdichtung von M 39 im Gesichtsfeld Ihres Feldstechers auf.

Auf den ersten Blick ist dieser Sternhaufen zwar eher unscheinbar, er vermag jedoch bei längerem Verweilen zu fesseln. Auffällig ist der starke Kontrast zu dem mit schwachen Sternen übersäten Hintergrund, dadurch scheint die Ansammlung fast vor der Milchstraße zu schweben.

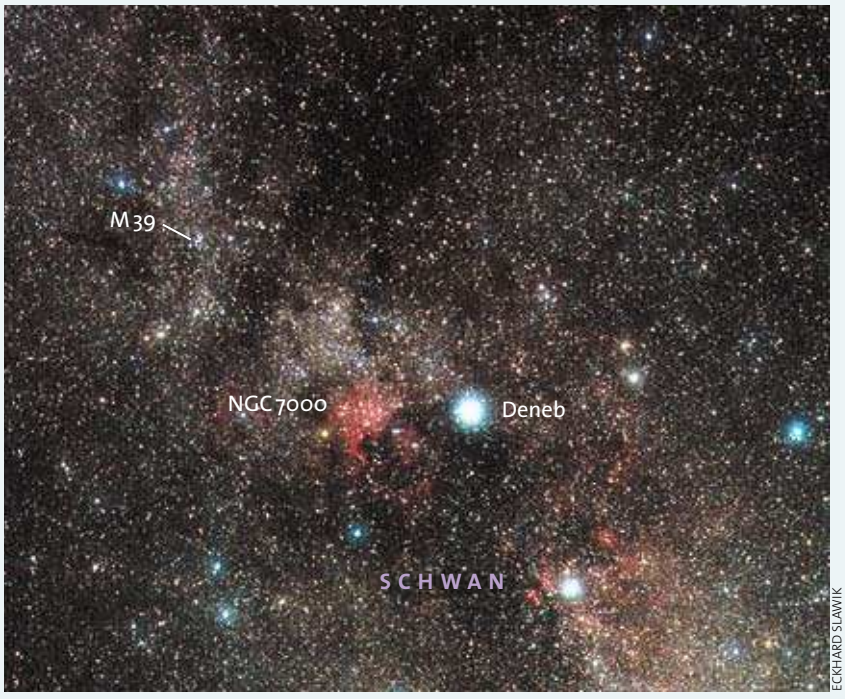
Eine Vergrößerung von sieben- oder zehnfach ist ausreichend, um M 39 in einzelne Sterne aufzulösen. In einem Feldstecher mit fünfzig Millimeter Öffnung sind dann schon gut zwanzig bis dreißig Sonnen sichtbar, von denen die hellsten dem Haufen eine deutlich dreieckige Form verleihen.

Aber auch ohne Hilfsmittel ist die vollmondgroße Ansammlung sichtbar. Aus ungefähr tausend Lichtjahren Entfernung erscheint M 39 dem Beobachter noch als kleiner, 4,6te Größe heller Fleck mitten im Band der Milchstraße. Sein Alter wird auf – kosmisch recht junge – 360 Millionen Jahre geschätzt.

Wenn Sie also das nächste Mal diesen Haufen betrachten, genießen Sie seinen prächtigen Anblick – und die letzten warmen Sommerabende. Denn der Herbst ist nicht mehr weit.

>> Lambert Spix

Sternhaufen wie M 39 sind ideale Feldstecherobjekte. Diffuse Nebel wie der NGC 7000 erfordern dagegen zehn Zentimeter Öffnung oder mehr.



ECKHARD SLAWIK

TV-PROGRAMM

DONNERSTAG, 23. AUGUST

N-TV-REPORTAGE:
»MARS DIREKT – DAS NASA-PROJEKT 2016«
Kann der Mensch den Mars erobern und ihn in absehbarer Zukunft zu einem lebendigen Planeten machen? Eine Reportage mit atemberaubenden Animationen, die ganz nebenbei auch eine kleine Geschichte der Raumfahrt erzählt
NTV, 20.10 Uhr, Wdh. um 2.15 und am 24.8. um 4.25 Uhr, am 25.8. um 3.00 und 16.10 Uhr sowie am 26.8. um 13.10 und 19.10 Uhr

MITTWOCH, 29. AUGUST

ALPHA-FORUM
Der Astrophysiker und Autor Rudolf Kippenhahn zu Gast bei Moderator Reinhold Gruber. Ein Gespräch über das Leben und das Universum
Bayern alpha, 20.15 Uhr
Wdh. am 30.8. um 13 Uhr

MONTAG, 10. SEPTEMBER

GEHEIMNISVOLLES GLAS DES TUTANCHAMUN
Libysches Wüstenglas findet sich unter anderem im Brustschmuck Tutanchamuns. Es stammt von einer Meteoritenexplosion über der ägyptischen Wüste
arte, 22.20 Uhr

EVENTS

NOCH BIS 16.9. Im Foyer des Mannheimer Planetariums: »Das Reich der Sonne – Heimat der Menschheit«. Wanderausstellung zum Heliophysikalischen Jahr 2007. Am 7.9. um 19.30 Uhr Sondervortrag »Die Korona der Sonne, schöne launische Diva«.
Internet: planetarium-mannheim.de
NÄCHSTE STATION: Wilhelm-Förster-Sternwarte, Berlin, wfs.be.schule.de

6.–9.9.: 6. Teleskoptreffen Mirasteilas. Im Rahmen von Vorträgen und Ausflügen können die Teilnehmer unter anderem die neu eingeweihte größte Volkssternwarte der Schweiz besuchen.
Ort: Falera, Graubünden, Schweiz
E-Mail: teleskoptreffen@mirasteilas.net
Internet: mirasteilas.net

7.–9.9.: 7. Internationales Heide-Teleskoptreffen IHT-Reinsehlen im »Camp Reinsehlen« nahe Reinsehlen (Schneverdingen).
Kontakt: Astrogarten, Nils Kloth, Eickenscheidtstr. 3, 45886 Gelsenkirchen
Tel.: 0173 5178429
E-Mail: iht@astrogarten.de
Internet: astrogarten.de

ERRATUM:
In der letzten Ausgabe ist uns ein Fehler unterlaufen: Die Astronomiemesse 2007 findet natürlich am ***22.9.*** statt und nicht bereits am 22. 8. 2007. Auf der 2. Astronomie-Messe in Villingen-Schwenningen erwarten Sie in diesem Jahr neben vielen Herstellern und zahlreichen Händlern auch interessante Vorträge von Rudolf Kippenhahn, Stefan Seip und Joachim Biefang.
Kontakt: Astro-Messe, Siegfried Bergthal, Tel.: 0741 2706210
E-Mail: info@astro-messe.de
Internet: astro-messe.de

29.9.: Deutschlandweiter Astronomietag. Zum fünften Mal laden viele Sternwarten und Vereine in Deutschland unter dem Motto »Astronomie für Alle« zum Blick in die Sterne ein. Sämtliche Veranstaltungen finden Sie unter astronomietag.de

29.9.–30.9.: 15. Österreichischer CCD-Workshop und Österreichisches Astronomieforum 2007. Beide Veranstaltung finden im Volksheim St. Sebastian (Gemeindeamt St. Sebastian) statt.
Internet: ccdeder.freewebspace.com/ccdws2002/indexws03.htm

Auch Ihr Termin kann hier kostenlos stehen! Für die Oktober-Ausgabe schicken Sie bis zum 15. September 2007 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

VdS
Vereinigung der Sternfreunde e.V.
Deutschlands größter Astronomieverein!
★ Über 4000 Mitglieder!
★ Mitgliederzeitschrift „VdS-Journal für Astronomie“, 3x pro Jahr mit mehr als 420 Seiten praktischer Astronomie
★ Kostenlose Beratung und Betreuung von Mitgliedern
★ 20 Fachgruppen, die Sie beraten
★ VdS-Sternwarte Kirchheim e.V.
★ Jugendlager und Exkursionen
★ Rabatte bei Abonnements für „Sterne und Weltraum“ und „Astronomie Heute“
★ Aktuelle Informationen auf unserer Website: www.vds-astro.de
★ Jahresbeitrag nur 30,- EUR, 20.-EUR ermässigter Beitrag
Werden Sie Mitglied!
Fordern Sie kostenloses Infomaterial an:
Vereinigung der Sternfreunde e.V.
Geschäftsstelle · Am Tonwerk 6
D-64646 Heppenheim
Fax: 0 62 52 / 78 72 20
info@vds-astro.de
www.vds-astro.de

Gewinnen Sie

mit astronomie heute eines von fünf Büchern von Herbert W. Franke oder eine von zehn Ijon-Tichy-DVDs.

Auf welchem Himmelskörper wurden jüngst Höhlen entdeckt wie von H.W. Franke vorhergesagt?
1a) Mond
1b) Mars
1c) Titan

Wie heißt Ijon Tichys Hologramm?
2a) Binäre Transzendentia
2b) Digitale Deliriöse
2c) Analoge Halluzinelle

Bitte schicken Sie die Lösungsbuchstaben per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort **astronomie heute** 9/2007, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg. Verwenden Sie bitte nicht das Leserbriefformular auf der Webseite!

Einsendeschluss ist der 14. September 2007.
Bei mehreren richtigen Einsendungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der Ausgabe November 2007, im Handel ab Donnerstag, dem 18. Oktober 2007 erhältlich.

Beim Preisrätsel der Juni-Ausgabe wurden folgende Gewinner ausgelost: Alex Reinders (Bresser-Teleskop), Karsten Knauf (»Atlas der Sternbilder«), Friedrich Steinborn (»Mission Mond«), Andreas Hinz und Katrin Gräwe (»Space Odyssey«). Herzlichen Glückwunsch!

Zeiss-Okulare »Ormi« und »Vario« Suche orthoskopische Zeiss- Okulare mit Schraubanschluss und Dioptrieneinstellung, auch »Ormi« genannt, in den Brennweiten 6mm, 10mm, 16mm, 25mm, 40mm sowie das Variookulare 10-25mm. Wer kann helfen? Tel.: 0174 6446030, stellarum@arcor.de

Mondatlas von Fauth Wir suchen eine Ausgabe des großen Mondatlas von Philipp Fauth, erschienen bei der Olbers-Gesellschaft um 1964 herum. Tel.: 0711 3007805, schurwaldsternwarte@arcor.de

Kuppel und Zwölfzöller Verkaufe günstig solide drehbare 3,5-Meter- Glasfaserkuppel sowie 30-Zentimeter-Spiegelteleskop. Infos bitte per Mail anfordern: almasy@online.de

Intes Micro Maksutov-Newton 180-mm-f/6-Sondermodell mit Quarzspiegel und Rotationsrohrschellen. Bedingt durch Quarzspiegel und ein spezielles Lüftungssystem mit Gaze sehr schnelle Temperaturanpassung. Hauptspiegel D= 190mm und f= 1120mm (PtV: 0,095 und RMS 0,025), Prüfprotokolle vorhanden. Ausstattung: > 2 Zoll Feather Touch Fokussierer > Rotationsrohrschellen mit Haltegriff > 3-Zoll-Prismenschiene oder Vixen Sch. > Baader-Sucherschuh > Taukappe in Tubusfarbe > Selbstbau-Holztransportkiste. NP: ca. 5500, VB: 2690 Euro. Tel.: 02191 610143, astrohoppe@aol.com

3,2- bis 4-m-Kuppel gesucht Drei engagierte Sternfreunde suchen gegen Bezahlung eine gut erhaltene Kuppel mit 3,2 bis 4 Meter Durchmesser. Der Abbau kann von uns übernommen werden. s.binnewies@web.de

Celestron Celestar 8 schwarz, Schmidt-Cassegrain-Reflektor, D = 200 mm, f = 2032 mm mit serienmäßigen Zubehör und sehr reichhaltiger Ausrüstung. VB: 990,– Euro. Stückliste wird auf Anforderung zugeschickt. Tel.: 0531 796792

Astro-Physics Starfire 5"-f/8 gesucht dreilinsiger, verkitteter Apo oder Takahashi FS-128/f8, zweilinsiger Fluorit-Apo. Beide Geräte Optik/Tubus, Sucher und Halter. sternwarte.kalletal@t-online.de

Sterne und Weltraum 7/2007 SuW Jg. 1984-2004, gebunden; »Astro - Zeitschrift für Weltraumfahrt«, Jg. 1985-1995, gebunden; »Astronomie heute« Jg. 2003-2006, lose, an Amateurastronom bzw. Bildungseinrichtungen od. Schulen abzugeben. Nur an Selbstabholer!! Komplettpreis 450 Euro. Tel.: 0931 883516 nicht vor 20 Uhr, www.stefan.keller@bistum-wuerzburg.de

Celestron Advanced GoTo (CAM GoTo), zwei Jahre alt, sehr guter Zustand (kleine Kratzer an Gegengewichtsachse und Teleskopklemme, zwei Gegengewichte, kompl. mit Stativ, 10 kg Tragkraft, Preis: VB 690 Euro. Daten und Fotos: www.astrotech.de/3.html. Tel.: 0177 4143175, d.arndt@astrotech.de

Meade LX90 GPS 8 Zoll + Hartschalenkoffer v. JMI, 1 Monat alt, 2x benutzt; 2000,- Euro. Tel.: 0152 04867255

Zeiss APQ 1000/100 mit Zubehör: Baader-Bino, Säule, Baader-Holzstativ, diverse Okulare, II-b-Montierung, nur Selbstabholung – gegen Gebot. - Bakerman-@web.de

Verkaufe Baader Planetarium Sternwarte-Kuppel (2000, Neuzustand), 2,6m, komplett mit elektrischem Antrieb, zylindrischem Unterbau, Torantrieb mittels Endlosketten, mit Dichtung, Massivholboden, elektrischer Einrichtung; Selbstabholer; VB 9000,- Euro; jfdyble@shaw.ca

Meade LX 90 (UHTC), Autostar, Baader Großfeldbinokular, 5x2 Okulare, Zubehör, alles wie neu, aus Altersgr. VB 2900,- Euro Tel.: 02446 3359

Star Observer und Sterne u. Weltraum für VB 1,- Euro/Stück zu verkaufen. Tel.: 08638 84352

»Atlas Galaktischer Nebel« von Vehrenberg/Neckel, neu, originalverpackt, Band 1 und 2 (Nordhimmel bis -33° Dekl.) für 40 Euro inkl. Versand. Das Werk ist vergriffen.Tel.: 0174 6446030, stellarum@arcor.de

Komplette Sternwarte von Baader Planetarium 2,6-m-Kuppel mit elektrischem Antrieb, dazu pas-

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von astronomie heute kostenlos!

Abonnenten können eine private Kleinanzeige pro Monat mit bis zu fünf Zeilen à 40 Anschläge kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,– €. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Rechnung oder dem Adressträgerblatt.

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise:
bis zu drei Zeilen: 22,– €, jede weitere Zeile: 5,– €
Die Veröffentlichung im Internet ist auch für Nichtabonnenten kostenlos.

Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer des jeweiligen Hefts.

Bitte geben Sie Ihre Kleinanzeige im Internet ein unter astronomie-heute.de/kleinanzeigen oder senden Sie sie wie gewohnt an:

Spektrum der Wissenschaft
Redaktion **astronomie heute**
Slevogtstr. 3–5, 69126 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de

Der Einsendeschluss ist vier Wochen vor Erscheinen des Hefts.

SATTLEGGERS ALPENHOF
EMBERGER ALM
ASTROURLAUB und ASTROKURS!
Zwei gut ausgestattete Sternwarten (12" + 17,5") auf 1.800m Seehöhe und ein perfekter Sternhimmel erwarten Sie. Infos zum Kursangebot sehen auf unserer Homepage.
Sattleggers Alpenhof und Feriensternwarte
Emberger Alm 2, 9771 Berg/Drautal, Österreich
Tel.: +43/4712/796, Fax: +43/4712/796-6
www.alpsat.at, mail: office@alpsat.at
ITT (Internat. Teleskoptreffen): 5.10. - 7.10.2007 Buchen Sie rechtzeitig!

Astroshop.de
3000 Artikel - alles online!
www.Astroshop.de

Stand: Juli 2006

Unser neuer Web-Shop ist online
Brucker Säulenstative
ab 549,- €

Große Auswahl ab Lager lieferbar
www.fernrohrland.de
Mehr als 2.000 Fernrohre, Ferngläser, Zubehör...
Mit vielen Neuheiten:
Großferngläser 85mm und 110mm,
Großfeldokulare, Filter,
Brucker Stative.
Besuchen Sie uns auf der AME 22.09.07 in VS
Auf über 250m² halten wir ein Warenlager und eine Teleskopausstellung für Sie bereit. **Ladenöffnungszeiten:** Mo.-Fr. 8:30 - 13Uhr / 14 - 18Uhr
Fernrohrland by PHOTO UNIVERSAL • Max-Planck-Str. 28 • 70736 Fellbach (bei Stuttgart) • Tel 0711/ 9 57 60 -17 oder -45 Fax -40
FERNROHRLAND

NEUHEIT! 3-D-Farbpostkarten!
(10er-Set zu je EUR 29,00)
> Die Erde in Echt-3D <
> Die Welt bei Tag/Nacht <
> Planet Mars mit Monden <
Weltraum-Versand Stefan Böhle, Connollystr. 29/2, 80809 München, Tel.: 0162/5910355, E-Mail: kontakt@weltraum-versand.de

Der Astromarkt von **astronomie heute** und Sterne und Weltraum bietet Ihnen die Möglichkeit, zu besonders günstigen Konditionen auf Ihre Angebote hinzuweisen. Wollen auch Sie Ihre Produkte oder Dienstleistungen hier vorstellen? Wir beraten Sie gern! Infos bei Karin Schmidt (schmidt@spektrum.com)

---

sender zylindrischer Unterbau mit Stahllaufrahmen für die Kuppelaufnahme, verschließbare Eingangstür, alles original Baader, ggfs. Holzboden; Selbstabbau und -abholung; VB 6900 Euro; wegen Umzug zvk. Tel.: 02224 978417, ST_ST@t-online.de

Deutsche Montierung schwer, noch transportabel, passend für 300-mm-Spiegel oder 200-mm-Refraktor. Preis: VS. Tel.: 0160 3658711

Suche SBIG 2000XCM-Kamera in gutem oder sehr gutem Zustand mit allen Verbindungskabeln, inklusive Software (Steuerungssoftware, The Sky, CCDSoft) und Zubehör, wenn möglich auch mit Schutzkoffer. Preis nach VB. Tel.:00436507621258, emil.kolbert@twin.at

18-Zoll-Gitterdobson Biete aus Zeitmangel einen fj-Jahr alten 18-Zoll-Gitterdobson mit F5/2 an. FP 3500 Euro. tdahmen@rz-online.de

Astro-Hefte und -Bücher SuW 1975-1981, 1988-2006, sowie von Dr. M.W. Meyer „Der Mond" 1909, „Welt der Planeten" 1910 und „Das Himmelsjahr" 1943 Feldpostausgabe, Preis: VS. Tel.: 09090 4163

Montierung Verkaufe stationäre Montierung Lichtenknecker M 80B in bestem Zustand, 24 kg zzgl. Gegengewichte, z.B. für Refraktor 150/2250 mm oder C14, inkl. Schwalbenschwanz, Steuerung (kein Go-to), alles original, 1900 Euro.Tel.: 06724 601470, gemineo@t-online.de

Vk. Zeitschriften AH 03/2003 bis 06/2007 41 Hefte 40,- Euro; SuW 01/2005 bis 06/2007 31 Hefte 40,- Euro; Star Observer 07/1998, 08-09/1998, 11/1998, 12/2000, 01-02/2001, 05/2001, 07-08/2001, 10-11/2001, 01-2002 bis 12/2002, 01/2003 bis 12/2003, 01/2004 bis 12/2004, 01/2005, insgesamt 40 Hefte 40,- Euro. Oder alle zus. 100,- Euro VB an Selbstabholer. Tel.: 06152 83812, themisto@gmx.de

Verkaufe neuwertigen 10-Zoll-Parabolspiegel f/5.6 (Hersteller Coulter Optical USA 1990) für 117 Euro, sowie unbenutzten Fangspiegel (kurzer Durchmesser 2 Zoll) für 10 Euro (bei Einzelversand +4 Euro) – Ideal zum Dobson-Selbstbau. Tel.:07031 805149

Weitwinkelokular EBWW f 32,7 / 70 Grad von BW-Optikversand, Carl-Zeiss-Militär 350 g mit Augenm. für 90,- Euro plus Versand. Tel.: 03372 403809, MatthiasPuhlmann@gmx.de

Einsteiger-Ausrüstung gesucht Mein Sohn (17) sucht ein Teleskop, insb. z. Beob. von Planeten und Sternhaufen, sowie eine Webcam. Da ich aber nicht weiß, wie lange er dabei bleiben wird, habe ich an ein gebrauchtes Teleskop gedacht. Wir würden bei dem Anbieter gern vorbeikommen. Preis bis ca. 500 Euro. Für Rückfragen oder Tipps bin ich sehr offen, online-tk@web.de

Oktober-Heft ab 13. September 2007

STÜRMISCHE SONNE

Immer wieder wird die Sonne aktiv – und ein Orkan bricht über die Erde herein. Können uns Forscher rechtzeitig davor warnen?

NATIONAL SOLAR OBSERVATORY

CINETEXT

ARCHITECTURE+VISION

FORBIDDEN PLANET

Der US-Streifen aus dem Sputnik-Jahr 1957 gilt als Meilenstein des SF-Films. Gehen Sie mit uns auf die Reise nach Altair IV

STRESS MIT KOLLEGEN

Psyche & Raumfahrt, Teil 2: Vor die Tür gehen und tief durchatmen? Was können Astronauten auf Langzeitmissionen tun, wenn Differenzen mit anderen Besatzungsmitgliedern auftreten?

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. Jakob Staude (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker (Ltg., Chef vom Dienst), Stephan Fichtner, Maike Pollmann (freie Mitarbeit)
Ständige Mitarbeit: Stephanie Hügler, Alexander Kerste, Dr. Monika Maintz, Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Schlussredaktion: Katharina Werle (Ltg.), Christina Peiberg (stv. Ltg.), Sigrid Spies
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Mitarbeit an diesem Heft: Clemens Bayer, Dagny Lüdemann
Redaktionsassistenz: Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-765, Fax: 06221 9126-769, **E-Mail:** redaktion@astronomie-heute.de
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, **E-Mail:** service@spektrum.com
Leserservice: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.com

Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Objektleiter Astronomie: Stephan Fichtner
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Mannheim, HRB 338114
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, 70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70). Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten **astronomie heute** zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, 63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste von 2007.
Gesamtherstellung: L.N. Schaffrath Druck Medien Gmbh & Co. KG, 47608 Geldern

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2007 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: New Track Media LLC, 90 Sherman St., Cambridge, MA 02140, USA; President: Joel Toner; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D. Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von **astronomie heute** wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.